

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Lucija Drobnjak

**ANALIZA I INTERPRETACIJA FACIJESA I
TALOŽNIH OKOLIŠA
GORNJOPALEOGENSKIH NASLAGA NA
PODRUČJU MASLENICE**

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Lucija Drobnjak

**ANALIZA I INTERPRETACIJA FACIJESA I
TALOŽNIH OKOLIŠA
GORNJOPALEOGENSKIH NASLAGA NA
PODRUČJU MASLENICE**

Diplomski rad
predložen Geološkom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog stupnja
magistra geologije

Mentor:
doc. dr. sc. Katarina Gobo

Zagreb, 2019.

Ovaj je diplomski rad izrađen na Geološkom odsjeku pod vodstvom doc. dr. sc. Katarine Gobo, u sklopu diplomskog sveučilišnog studija geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

Zahvala

... doc. dr. sc. Katarini Gobo na mentorstvu, velikoj pomoći pri terenskom radu te na uloženom vremenu, strpljenju i brojnim savjetima prilikom pisanja diplomskog rada,

... mag. geol. Alenu Požgaju na pomoći pri terenskom radu,

... dipl. ing. Željku Ištuku na pomoći prilikom izrade mikroskopskih preparata,

... roditeljima i cijeloj obitelji na strpljenju i podršci tijekom studija,

... dečku Ivanu i bratu Antunu na pomoći i podršci prilikom pisanja diplomskog rada i tijekom cijelog studija,

... svim profesorima, prijateljima i kolegama koji su mi za vrijeme studija pomogli svojim savjetima i djelima.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

ANALIZA I INTERPRETACIJA FACIJESA I TALOŽNIH OKOLIŠA GORNJOPALEOGENSKIH NASLAGA NA PODRUČJU MASLENICE

Lucija Drobnjak

Rad je izrađen: Geološko-paleontološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

Sažetak:

Ovim diplomskim radom obuhvaćene su Prominske naslage na području Maslenice u sjevernoj Dalmaciji. Na navedenom području naslage su uglavnom izgrađene od vapnenačkih konglomerata, kalkarenita i vapnenaca. Naslage su dobro otkrivene i relativno slabo poremećene, tako da je njihova analiza omogućila interpretaciju facijesa, facijesnih asocijacija, određivanje površina poplavlivanja i površina forsirane regresije, što je poslužilo za interpretaciju taložnih okoliša i relativnih promjena razine mora u ovom dijelu Prominskog bazena. Proučavane naslage taložene su u sjeveroistočnom dijelu Novigradskog sub-bazena u okolišima padina lepeznih delti, šljunčanim plažama, obalnom licu, prijelaznoj zoni i distalnijim okolišima gdje je bila moguća biogena karbonatna sedimentacija. Površine poplavlivanja i površine forsirane regresije ukazuju na česte promjene relativne razine mora, koje su najvjerojatnije bile uvjetovane tektonikom uslijed izdizanja Dinarskog orogena i razvoja Dinarskog predgorskog bazena.

Ključne riječi: Prominske naslage, facijesi, taložni okoliši, lepezne delte, šljunčane plaže, obalno lice

Rad sadrži: 49 stranica, 25 slika, 28 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentor: doc. dr. sc. Katarina Gobo

Ocjenjivači: doc. dr. sc. Katarina Gobo

doc. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter

v. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Datum završnog ispita: 24. 09. 2019.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Master Thesis

FACIES ANALYSIS AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS OF UPPER PALEOGENE DEPOSITS IN THE AREA OF MASLENICA

Lucija Drobnjak

Thesis completed in: Department of Geology, Faculty of Science, Zagreb, Horvatovac 102a

Abstract:

This thesis encompasses the Promina beds in the area of Maslenica in northern Dalmatia. In this area the sedimentary succession mostly comprises carbonate conglomerates, calcarenites and limestones. The succession is well-exposed and relatively undisturbed, which enabled the interpretation of facies, facies associations, determination of flooding surfaces and surfaces of forced regression, which served to interpret depositional environments and relative changes of sea level in this part of the Promina basin. The studied sedimentary succession was deposited in the north-eastern part of the Novigrad sub-basin in a range of depositional environments, which include fan delta slopes, gravel beaches, shoreface zone, offshore-transition zone and more distal environments where biogenic carbonate sedimentation was possible. Flooding surfaces and surfaces of forced regression indicate frequent relative changes of sea level, which were probably caused by tectonics due to the uplift of the Dinaric Orogen and the development of the Dinaric Foreland Basin.

Keywords: Promina beds, facies, sedimentary environment, fan deltas, gravel beaches, shoreface zone

Thesis contains: 49 pages, 25 figures, 28 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geologic Library, Department of Geology, Faculty of Science

Supervisor: Katarina Gobo, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Katarina Gobo, PhD, Assistant Professor

Borna Lužar-Oberiter, PhD, Assistant Professor

Dražen Kurtanjek, MSc, Senior lecturer

Date of the final exam: 24. 09. 2019.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. GEOLOŠKE ZNAČAJKE DINARSKOG PREDGORSKOG BAZENA	2
2.1. Postanak Dinarida i Dinarskog predgorskog bazena	2
2.2. Stratigrafija Dinarskog predgorskog bazena	5
2.3. Prominske naslage	6
3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	8
3.1. Geografski smještaj istraživanog područja.....	8
3.2. Strukturne i stratigrafske značajke istraživanog područja.....	10
4. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	14
5. FACIJESI I FACIJESNE ASOCIJACIJE	16
5.1. Opis i interpretacija facijesne asocijacije A	16
5.2. Opis i interpretacija facijesne asocijacije B.....	17
5.3. Opis i interpretacija facijesne asocijacije C.....	17
5.4. Opis i interpretacija facijesne asocijacije D	18
5.5. Opis i interpretacija facijesne asocijacije E.....	20
5.6. Opis i interpretacija facijesne asocijacije F	21
5.7. Opis i interpretacija facijesne asocijacije G	24
5.8. Opis i interpretacija facijesne asocijacije H	26
6. INTERPRETACIJA TALOŽNOG PROSTORA.....	28
7. RASPRAVA.....	34
8. ZAKLJUČAK.....	38
9. POPIS LITERATURE.....	39
10. POPIS SLIKA.....	43

1. UVOD

Prominske naslage taložene su od srednjeg eocena do donjeg oligocena prilikom izdizanja planinskog lanca Dinarida, u „piggyback“ („wedge-top“) bazenu koji je dio Dinarskog predgorskog bazena. Ovaj diplomski rad obuhvaća Prominske naslage na području Maslenice u sjevernoj Dalmaciji. Riječ je o području koje do sada nije istraživano u vidu analize taložnih okoliša, no novigradske naslage u blizini bile su predmet ranijih istraživanja. Budući da su novigradske naslage taložene na jugozapadnoj, a masleničke na sjeveroistočnoj strani Novigradskog sub-bazena, njihova usporedba omogućit će bolje razumijevanje taložnih uvjeta na suprotnim stranama istog taložnog bazena.

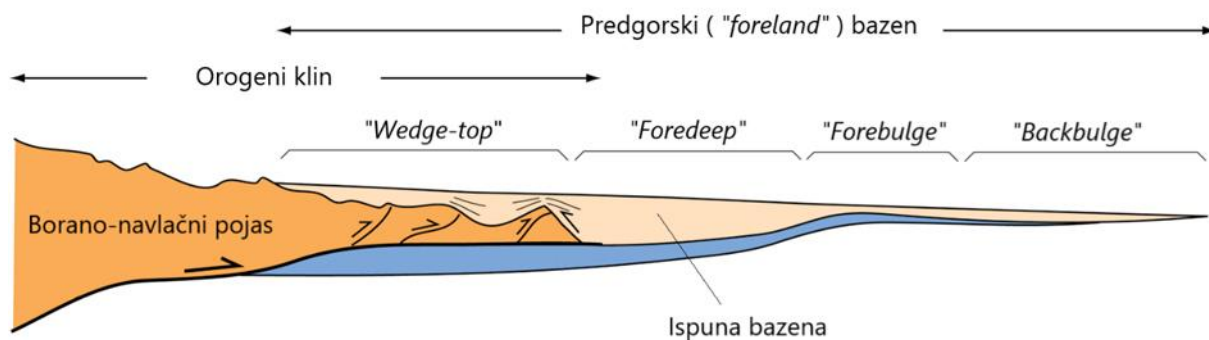
U radu su opisani postanak Dinarida i razvoj Dinarskog predgorskog bazena te Prominske naslage koje su se pritom taložile. Opisane su stratigrafske i strukturne značajke istraživanog područja i izdvojeni su facijesi i facijesne asocijacije, koji na relativnom malenom području pokazuju veliku vertikalnu i lateralnu raznolikost. Njihovom analizom i interpretacijom omogućena je rekonstrukcija taložnog prostora i razvoja taložnog bazena, što je i krajnji cilj diplomskog rada.

2. GEOLOŠKE ZNAČAJKE DINARSKOG PREDGORSKOG BAZENA

2.1. Postanak Dinarida i Dinarskog predgorskog bazena

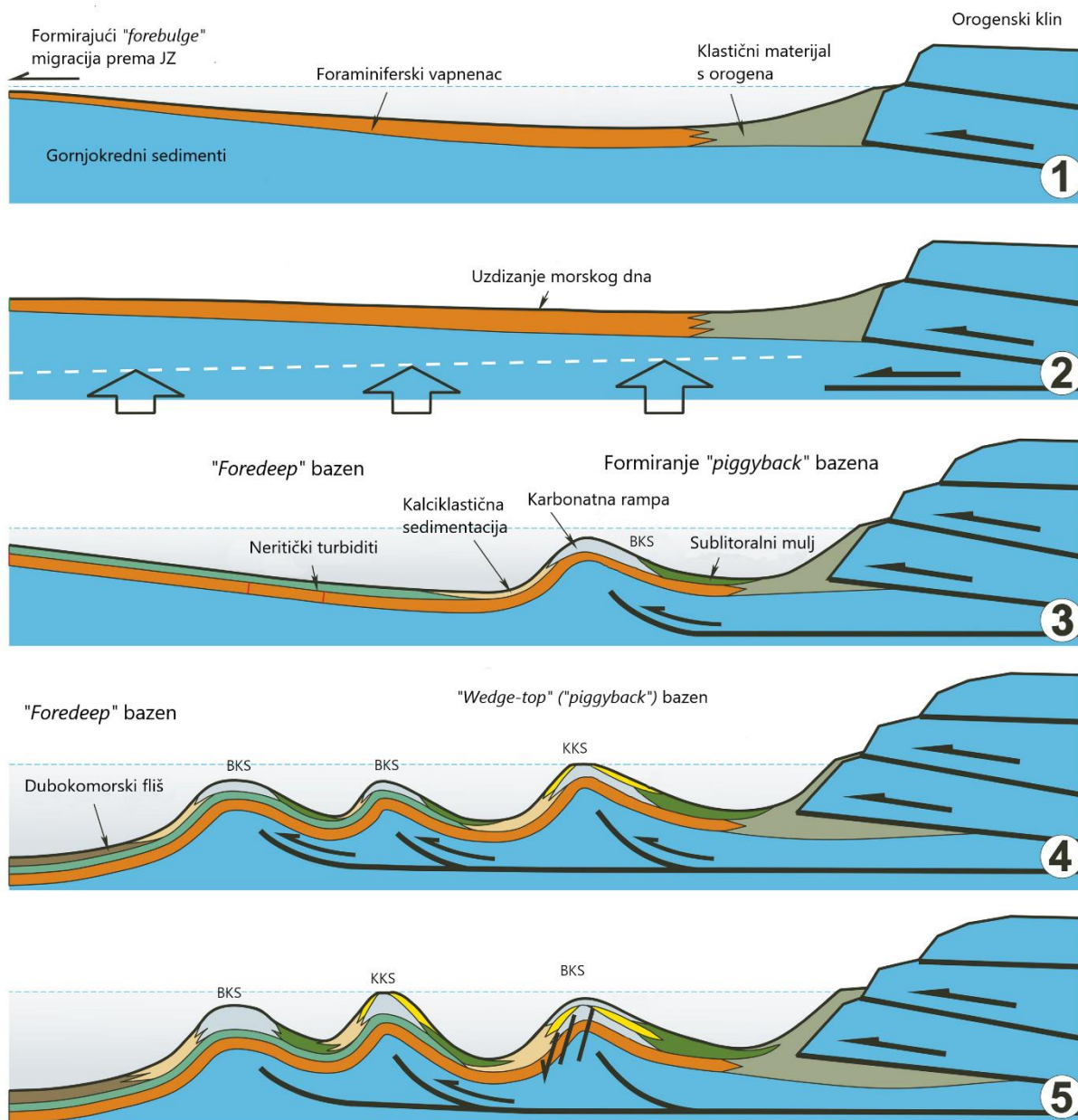
Dinaridi su planinski pojas koji je nastao u paleogenu kada se Adrija mikroploča s Jadranskom karbonatnom platformom sudarila s kontinentalnom masom Europe (Vlahović et al., 2012). Izgrađeni su od jako tektoniziranog i vrlo debelog slijeda, uglavnom plitkomorskih karbonata čije je taloženje započelo još u karbonu, ali je najveći dio taložen u mezozoiku na prostranoj Jadranskoj karbonatnoj platformi. Jadranska karbonatna platforma na podlozi Adrija mikroploče trajala je od starije jure do kraja krede. Nakon postupne tektonske dezintegracije u mlađoj kredi slijedili su kraći ili duži hijatusi na granici kreda – paleogen (Vlahović et al., 2012).

Sve jača kompresija, strukturalni kolaps i potapanje mezozojske karbonatne platforme uzrokovali su formiranje sjeverozapadno – jugoistočno orijentiranog predgorskog („foreland“) bazena ispred izdižućeg planinskog pojasa Dinarida (Vlahović et al., 2012). Nakon postupnog produbljivanja predgorskog bazena praćenog taloženjem foraminiferskih vapnenaca i prijelaznih lapora tijekom starijeg eocena, u proksimalnim dijelovima bazena započelo je taloženje Prominskih naslaga, a u distalnim dijelovima bazena taloženje turbiditnih slijedova flišnih naslaga (Mrinjek et al., 2011). Napredovanjem „slijepih“ reversnih rasjeda prema jugozapadu tijekom mlađeg eocena predgorski bazen je podijeljen u dva potpuno ili djelomično izolirana bazena: sjeveroistočni prominski „piggyback“ bazen (*sensu* Ori i Friend, 1984) ili „wedge-top“ bazen (*sensu* DeCelles i Giles, 1996) i jugoistočno fliško korito („foredeep“) međusobno odvojena „pop-up“ hrptom, tj. područjem Ravnih Kotara čija je blago borana površina (niz niskih brda i plitkih dolina) vjerojatno odraz „slijepih“ reversnih rasjeda (Tari Kovačić i Mrinjek, 1994). Starost flišnih naslaga varira od mastrihta u unutrašnjim dijelovima Dinarskog pojasa do gornjeg eocena u jugoistočnom jadranskom odobalju, stoga te naslage pokazuju dijagonalan paleosmjer prema jugoistoku, odnosno jugoistočni smjer nagiba fliškog korita (Tari Kovačić i Mrinjek, 1994). Na Slici 1 prikazana je tipična građa predgorskog („foreland“) bazena.



Slika 1. Građa predgorskog („foreland“) bazena (preuzeto i modificirano prema De Celles i Giles, 1996).

Kao rezultat „slijepih“ reversnih rasjeda došlo je do formiranja topografskih antiklinalnih izdignuća unutar prominskog „piggyback“ bazena čime je on podijeljen na više manjih, djelomice povezanih sub-bazena. Na antiklinalama su se epizodično formirale biogene karbonatne rampe, dok se klastična sedimentacija odvijala u sinklinalama (Mrinjek et al., 2011; Ćosović et al., 2018). Takve sinklinale, često strmog reljefa, nazivaju se i sub-bazeni i u njima se odvijala duboka neritička sedimentacija. Obilni gravitacijski tokovi pristizali su sa strmih zapadnih krila izdižućih antiklinala, dok se na njihovim blago nagnutim istočnim krilima odvijala litoralna sedimentacija (Mrinjek et al., 2011). Slika 2 prikazuje nastanak „piggyback“ bazena u sjevernoj Dalmaciji, njegovu podjelu na sub-bazene i u njima taložene naslage.



Slika 2. Shematski tektonsko-stratigrafski model razvoja predgorskog („foreland“) bazena u sjevernoj Dalmaciji: 1) Rana faza asimetrične „foredeep“ sinklinale; 2) Izdizanje „forelanda“ zbog izostatičkog izdizanja nakon loma subducirane ploče i strukturnog zadebljanja donje ploče; 3) Formiranje „wedge-top“ („piggyback“) bazena; 4) Podjela „piggyback“ bazena na sub-bazene odvojene antiklinalnim izdignućima; 5) Disharmonično potiskivanje uzrokuje naizmjenične promjene biogene karbonatne sedimentacije i klastične karbonatne sedimentacije na antiklinalama (preuzeto i modificirano prema Čosović et al., 2018).

2.2. Stratigrafija Dinarskog predgorskog bazena

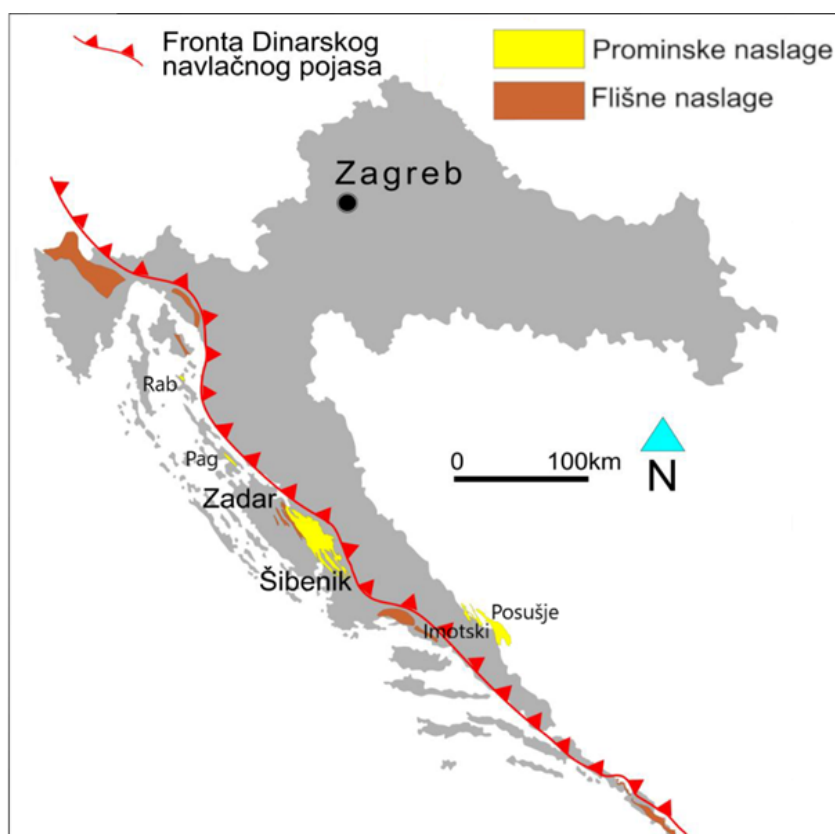
Gornjokredni vapnenci Adrija platforme u orogen-proksimalnoj zoni čine stijensku masu podine Dinarskog predgorskog bazena (Vlahović et al., 2012). Nakon postupne tektonske dezintegracije u mlađoj kredi, laramijski pokreti i izdizanje Dinarida duž zone spajanja Adrija mikroploče i Euroazijske ploče izazvali su prekid taloženja naslaga gornje krede, što je dovelo do kraćih ili dužih hijatusa na granici kreda – paleogen (Ivanović et al., 1976). Razdoblju ovog stratigrafskog hijatusa odgovaraju brojna mala ležišta i pojave bemitskih boksita (Ivanović et al., 1976).

U starijem eocenu dolazi do porasta akomodacijskog prostora i obnovljena sedimentacija počinje slatkovodnim naslagama i brzo prelazi u plitkomorsku sedimentaciju, a taloženje se odvija u ranoj plitkomorskoj „foredeep“ sinklinali koja se može vidjeti na Slici 2, u prvom koraku razvoja predgorskog bazena. Sinklinalni plitkomorski „foredeep“ oblikovan je potapanjem „forebulge-a“ (Babić i Zupanić, 2007). Naslage koje odgovaraju ovom razdoblju podijeljene su na slatkovodne Kozinske vapnence te marinske foraminiferske i laporovite vapnence. Kozinski slatkovodni vapnenci taloženi su u blagim depresijama reljefa i otkriveni su u obliku isprekidanih zona između krednih i foraminiferskih vapnenaca. Foraminiferski vapnenci donjeg eocena su kontinuirano taloženi na Kozinskim vapnenacima, a ondje gdje ovi nisu razvijeni, leže transgresivno na krednoj podlozi (Ivanović et al., 1976). Ipresijski nekonformitet s novom generacijom boksita odvaja foraminiferski vapnenac od srednje do gornjoeocenskih karbonatnih naslaga (Mrinjek et al., 2012). Kako je orogeneza napredovala, potisci su unutarnji predgorski bazen pretvorili u „piggyback“ bazen (*sensu* Ori i Friend, 1984) ili orogen „wedge-top“ bazen (*sensu* DeCelles i Giles, 1996). U „foredeep“ zoni vanjskog „foreland-a“, foraminiferski vapnenac je bio prekriven debelim slijedom (~ 1000 m) subneritičkih turbidita poznatih kao dalmatinski fliš. Istodobno se taložio i debeli slijed orogen „wedge-top“ bazena (do ~ 2000 m) od neritičkih do terestričkih srednjeeocenskih i oligocenskih naslaga poznatih kao Prominske naslage (Ivanović et al., 1976). Posteocenski gornji dio Prominskih naslaga je debeli „molasn“ klin klastičnog sedimenta donesen s orogena kao fluvijalne i jezerske naslage, koje su napredovale preko proksimalnog „foreland-a“ i djelomično preko „foredeep“ fliša (Mrinjek et al., 2012).

2.3. Prominske naslage

Prominske naslage su oko 2000 m deo slijed vapnenačkih klastita srednjoeocenske do vjerojatno donjooligocenske starosti koje su taložene u tzv. „wedge-top“ ili „piggyback“ bazenu (Ori i Friend, 1984), odnosno proksimalnom dijelu Dinarskog predgorskog („foreland“) bazena (Slika 1). U njima dominiraju konglomerati i pješčenjaci u odnosu na sitnozrnaste klastite i lapore, rijetke breče i vrlo rijetke, izolirane i tanke slojeve ugljena (Pencinger, 2012), a karakterizira ih nagla vertikalna i lateralna izmjena različitih plitkomorskih (šelfnih, lagunskih, obalnih, deltnih) i kopnenih (fluvijalnih, aluvijalnih, jezerskih) facijesa (Mrinjek, 2005).

Prominske naslage otkrivene su na tri područja u jadranskom zaleđu i u malim, uskim sinklinalnim zonama sjevernodalmatinskih otoka Raba i Paga. Najveće područje prekriveno Prominskim naslagama je sjeverozapadno zaleđe Dalmacije, a ostala dva znatno manja područja nalaze se sjeverozapadno od Imotskog polja i u zapadnoj Hercegovini, sjeveroistočno od Posušja (Vlahović et al., 2012). Njihov položaj može se vidjeti na Slici 3.



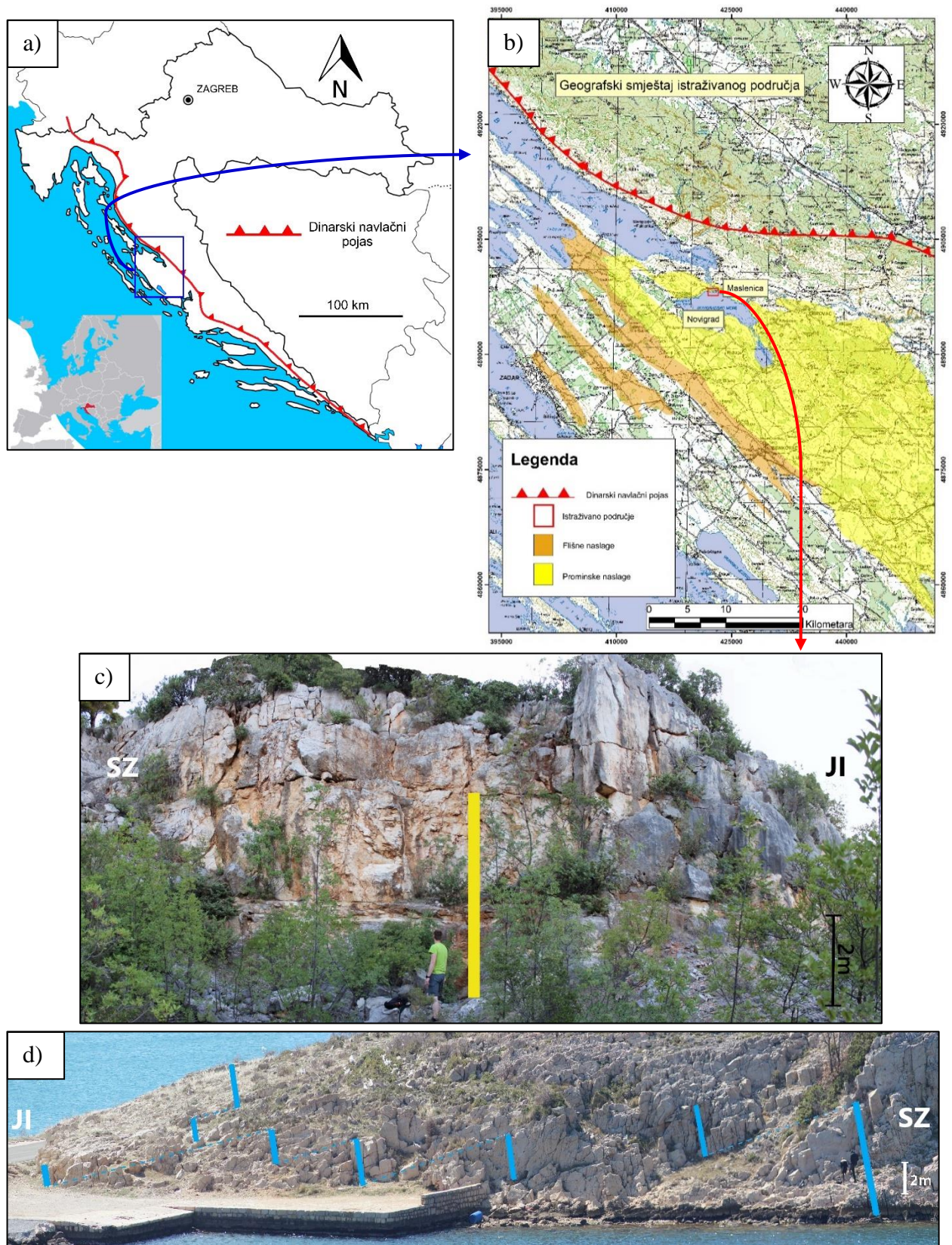
Slika 3. Položaj Prominskih i flišnih naslaga u predgorskom bazenu Hrvatske (preuzeto i modificirano prema Vlahović et al., 2012).

Prominske naslage u zaleđu Dalmacije otkrivene su na površini dinarskog pružanja dugačkoj oko 80 km i širokoj oko 20 km te se na temelju topografije mogu podijeliti na sjeverozapadne i jugoistočne Prominske naslage. Sjeverozapadne Prominske naslage su gornjosrednjoeocenski do donjooligocenski karbonatni klastiti taloženi u plitkomorskim i kopnenim okolišima (Ivanović et al., 1976; Mrinjek et al., 2005). Ukupna debljina Prominskih naslaga u sjeverozapadnom dijelu sjeverne Dalmacije, gdje se mogu pratiti u kontinuitetu je prema OGK lista Obrovac (Ivanović et al., 1973) oko 2000 m, a u jugoistočnom dijelu prema OGK lista Drniš (Ivanović et al., 1977) debljina im je oko 3100 m. Međutim, u jugoistočnom dijelu Prominske naslage pokazuju izmjenu taložnih okoliša od dubokomorskih turbidita do plitkomorskih i aluvijalnih okoliša, a nalaze se u sinklinalama koje se tumače kao izolirani ili djelomično izolirani dijelovi „piggyback“ bazena (Mrinjek et al., 2011) pa bi ta debljina označavala zbroj debljina naslaga u svim sinklinalama.

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

3.1. Geografski smještaj istraživnog područja

U ovom diplomskom radu su detaljno obrađene Prominske naslage na području Maslenice, točnije u blizini spomen-parka Maslenica Ponton, koje se nalazi oko 1,5 km jugoistočno od Masleničkog mosta na obali Novskog ždrila, morskog prolaza između Novigradskog mora i Velebitskog kanala (Slika 4). Istraživane naslage praćene su vertikalno i lateralno na izdanku te je snimljen detaljan sedimentološki stup „STUP MASLENICA 2“, koji obuhvaća tridesetak metara naslaga s izraženim izmjenama facijesa (Slika 4d). Zbog trošnosti izdanka i pokrivenosti vegetacijom u vršnom dijelu izdanka nije bilo moguće nastaviti lateralno ni vertikalno praćenje slojeva. Na suprotnoj obali Novskog ždrila snimljen je sedimentološki stup „STUP MASLENICA 1“ koji obuhvaća pet metara slijeda zbog nemogućnosti mjerenja vršnog dijela okomitog izdanka (Slika 4c). Nagib slojeva prisutnih u „STUPU MASLENICA 1“ ukazuje da se radi o naslagama taloženim u podini naslaga koje obuhvaća „STUP MASLENICA 2“.

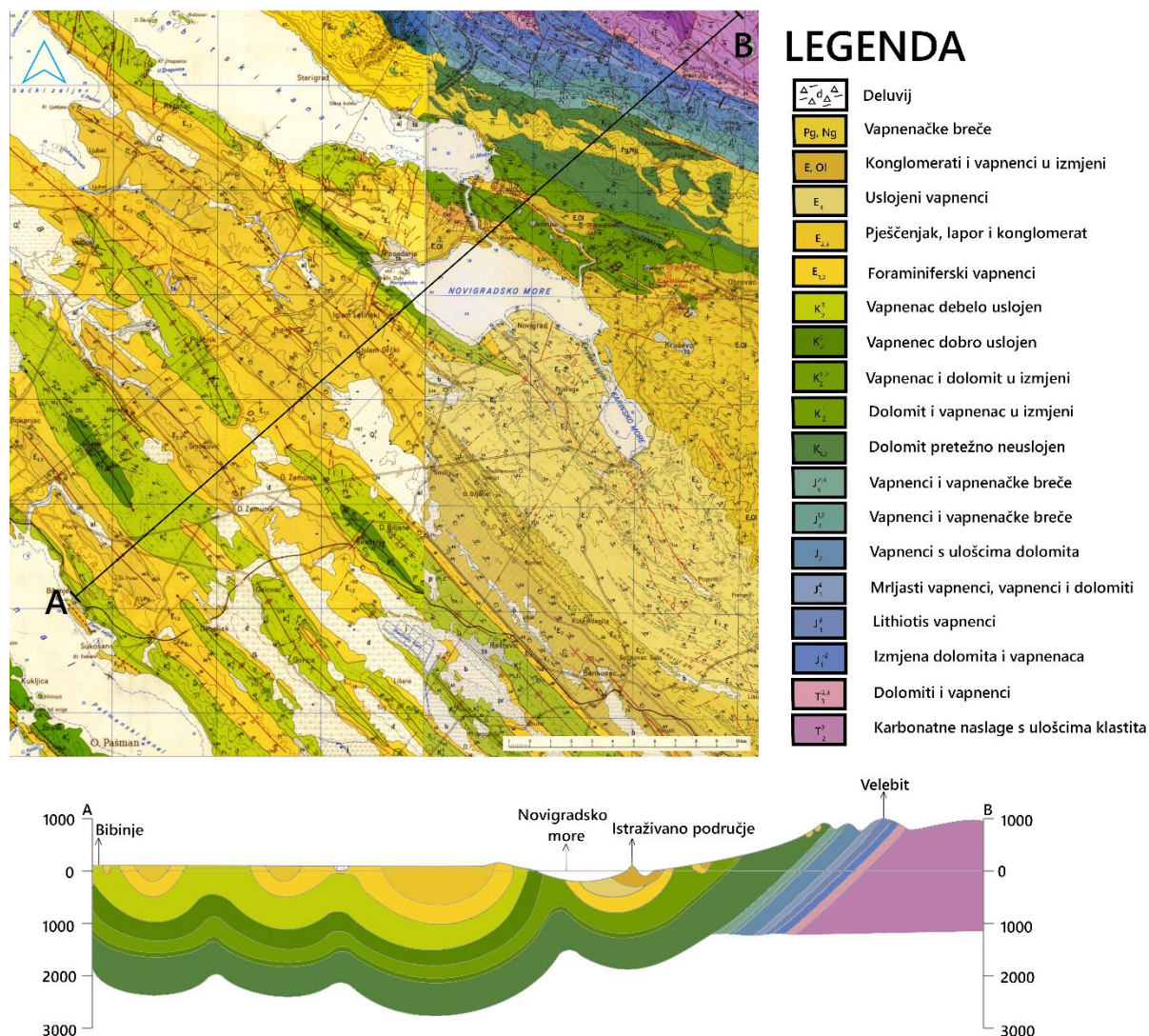


Slika 4. (a) Regionalno prostiranje Dinarskog navlačnog pojasa i izdvojeno šire područje oko samog područja istraživanja. (b) Prostiranje Prominskih i flišnih naslaga na području sjeverne Dalmacije. Crvenim pravokutnikom označeno je istraživano područje. (c) Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga s naznačenom trasom snimanja sedimentološkog stupa „STUP MASLENICA 1“. (d) Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga s naznačenom trasom snimanja sedimentološkog stupa „STUP MASLENICA 2“.

3.2. Strukturne i stratigrafske značajke istraživnog područja

Što se tiče strukturnih značajki, istraživano područje pripada Dinarskom predgorskom bazenu, odnosno „piggyback“ bazenu, čiji postanak je ranije opisan. Djelovanjem tektonike i „slijepih“ reversnih rasjeda došlo je do formiranja niza antiklinala (izgrađenih od gornjokrednih i donjopaleogenskih naslaga) i sinklinala s Prominskim naslagama, što je uzrokovalo podjelu „piggyback“ bazena na više manjih, djelomice povezanih sub-bazena (Mrinjek et al., 2011).

Istraživane naslage na području Maslenice istaložene su u jednoj takvoj sinklinali, odnosno dio su Novigradskog sub-bazena i tvore njegov sjeveroistočni dio. Položaj istraživanih naslaga može se vidjeti na Slici 5 na geološkom profilu AB. Taloženje Prominskih naslaga bilo je praćeno ritmičkim pomicanjem sjevernog ruba predgorskog bazena prema sjeveroistoku (Ivanović et al., 1976). Posljedično, u profilu od jugozapada prema sjeveroistoku se najprije nalaze vapnenci dubljeg mora s interkalacijama biokalkarenita neritičko-litoralnog karaktera i rijetkim ulošcima terigenih vapnenih klastita, a dalje prema sjeveroistoku slijede sedimenti sve plićećeg facijesa, koji imaju sve više terigenih elemenata (Ivanović et al., 1976).

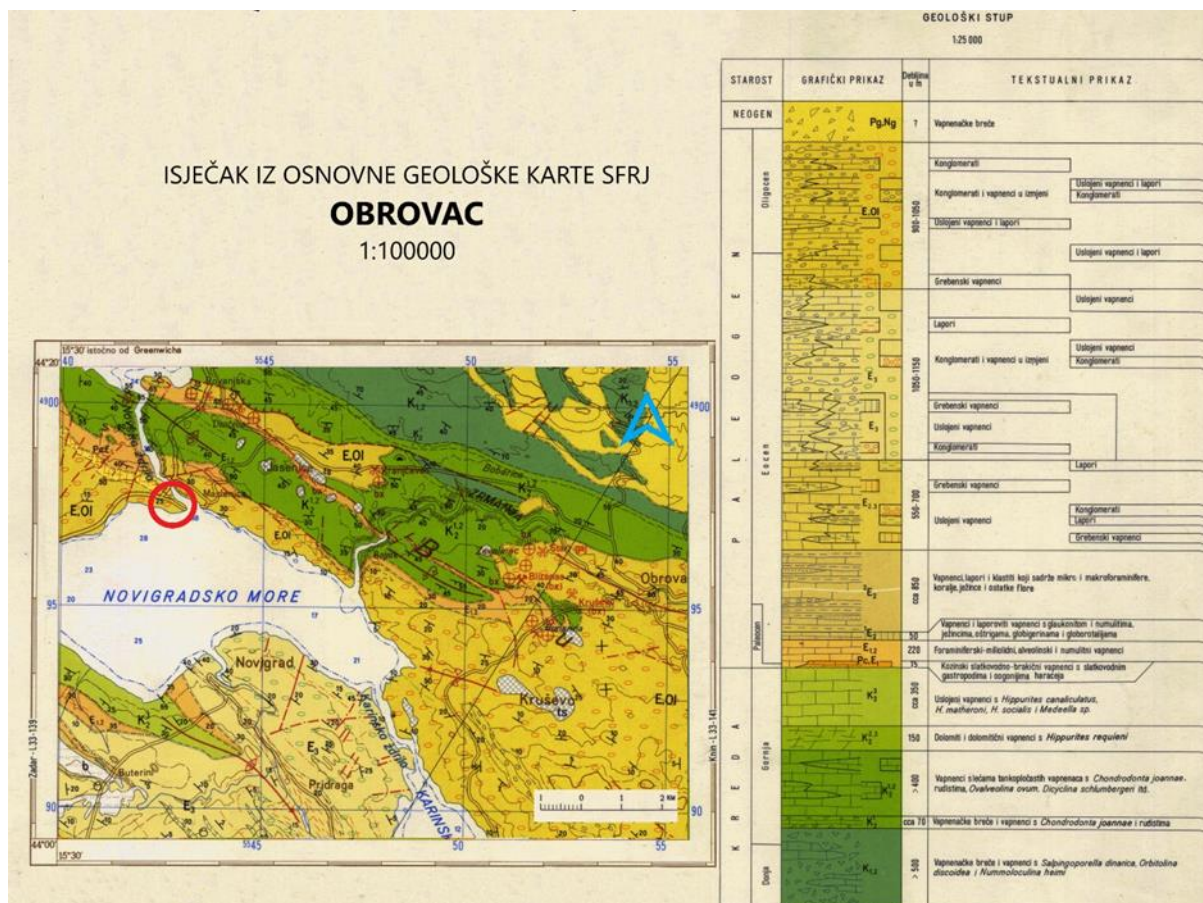


Slika 5. Geološka karta dobivena spajanjem OGK SFRJ-list Obrovac (Ivanović et al., 1967) i OGK SFRJ-list Zadar (Majcen et al., 1970). Uz kartu je prikazana legenda taložених naslaga i geološki profil AB s označenim područjem istraživanja.

Prema Ivanović et al. (1973, 1976) istraživano područje obuhvaća naslage gornjeg eocena i oligocena (*E*, *Ol*) koje izgrađuju grebensi vapnenci, konglomerati, uslojeni vapnenci i lapori te one čine najmlađu stratigrafsku jedinicu Prominskih naslaga (Slika 6). Grebensi vapnenci predstavljaju priobalni facijes razvijen direktno na paleoreljefu foraminiferskih vapnenaca. Organogene su strukture, a kalcitno vezivo veže skelete koralja, školjkaša, algi, briozoa i krupnih foraminifera. Uslojeni vapnenci i lapori obuhvaćaju kalkarenite, mikritske vapnence, laporovite vapnence i lapore. Litokalkareniti su u izmjeni s konglomeratima, a mjestimično i s mikritskim vapnencima. Sastoje se od fragmenata gornjokrednih vapnenaca s rudistima i globigerinama, pseudoolitičnih vapnenaca

(vjerojatno donjokredne i jurske starosti), eocenskih foraminiferskih vapnenaca, fragmenata rožnjaka i fragmenata vapnenaca kriptokristalične strukture. Mikritski vapnenci su dobro uslojeni te lateralno i vertikalno postupno prelaze u kalksiltite i kalkarenite. Lapori su u obliku tanjih paketa i malog su lateralnog rasprostiranja. Konglomerati su dominantan sediment ove stratigrafske jedinice i dosta dobro su uslojeni. Glavnina valutica konglomerata je sastavljena od rudistnih vapnenaca gornje krede. Idući od starijih prema mlađim slojevima, povećava se količina valutica donjokrednih i jurskih vapnenaca i fragmenata crvenkastih rožnjaka.

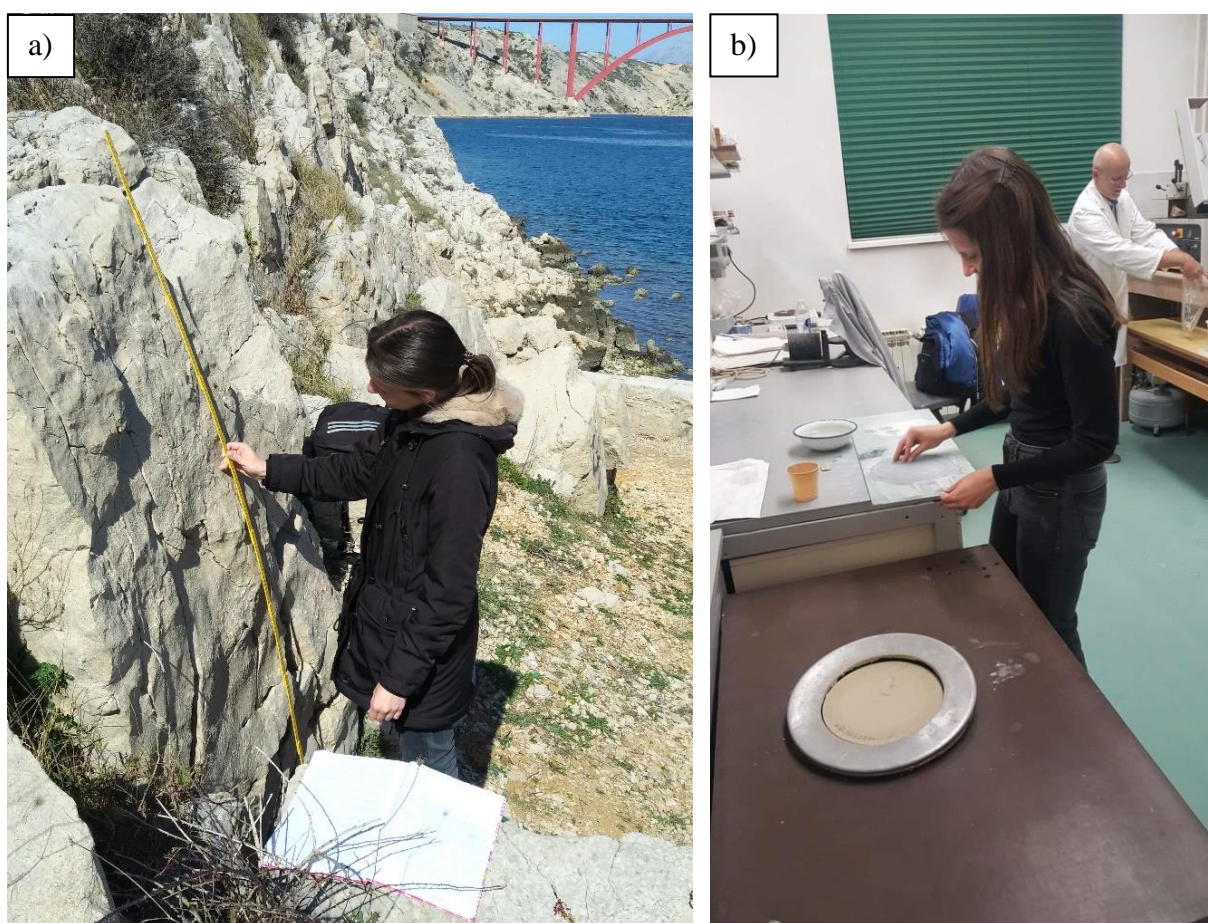
Okolno područje čine naslage krede i paleogena, što se također može vidjeti na Slici 6. Kredne naslage na tom području obuhvaćaju tri stratigrafske jedinice. Donja kreda i dio cenomana ($K_{1,2}$) izgrađeni su od breča i vapnenaca. Na njima na čitavom području leže paleogenske slabo fosiliferne klastične naslage. Breče su sivosmeđe, neuslojene i izgrađene od ulomaka jurskih i donjokrednih vapnenaca. Vapnenci dolaze u izmjeni s brečama ili u obliku leća. Zatim slijede naslage cenomana i turona ($K_2^{1,2}$) koje predstavljaju monotonu jedinicu građenu od serija vapnenaca s lećama pločastih vapnenaca. Posljednja kredna jedinica su vapnenci senona (K_2^3) otkriveni u jezgri antiklinale uz južni rub Novigradskog mora koji sadrže česte i brojne nalaze rudista. Naslage paleogena obuhvaćaju četiri stratigrafske jedinice. Prva jedinica obuhvaća naslage paleocena i donjeg eocena (Pc, E) koje izgrađuju Kozinski slatkovodni – brakični vapnenci. Nalaze se sjeverno od Novigradskog mora i leže transgresivno na naslagama donje krede. Donji eocen i donji dio srednjeg eocena ($E_{1,2}$) obuhvaćaju naslage izgrađene od foraminiferskih vapnenaca. Nalaze se na području južno od Novigradskog mora i na području koje se prostire od Maslenice do Obrovca. Foraminiferski vapnenci kontinuirano se talože preko Kozinskih vapnenaca. Najstariji foraminiferski vapnenci sadrže miliolide, zatim alveoline i numulite, a najmlađi sadrže diskocikline. Gornji eocen (E_3) sadrži Prominske naslage građene od konglomerata i vapnenaca u izmjeni te od konglomerata i lapora, čija je starost određena pomoću brojnih foraminifera. Prominske naslage u širem promatranom području taložile su se u plićim marinskim okolišima od odobalja do žala (Mrinjek et al., 2015), ali i u granično obalnim i kopnenim okolišima kao što su Gilbertove delte i prepletene rijeke (Babić i Zupanič, 1988, 2007). Posljednja od paleogenskih jedinica je jedinica gornji eocen, oligocen (E, Ol) koja je ranije opisana. Najmlađe naslage na ovom području (Pg, Ng) izgrađene su od vapnenačkih jelar breča koje leže transgresivno preko starijih naslaga.



Slika 6. Isječak iz Osnovne geološke karte SFRJ-list Obrovac i označeno područje istraživanja. Uz kartu je prikazan i geološki stup preuzet iz OGK SFRJ-list Obrovac (preuzeto i modificirano prema Ivanović et al., 1967).

4. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Podatci za izradu diplomskog rada prikupljeni su terenskim radom koji se sastojao od detaljnog snimanja sedimentološkog stupa „sloj po sloj“ na izdanku (Slika 7a). Prilikom izrade stupa snimljene su fotografije reprezentativnih slojeva koje su poslužile za pregled i opis sadržaja koji je viđen na terenu. Na izdanku su uzimani i uzorci iz kojih su napravljeni izbrusci (Slika 7b) potrebni za mikropaleontološku analizu. Izbrusci su promatrani i fotografirani pomoću optičkog mikroskopa pod povećanjem od 12,5 puta.



Slika 7. (a) Snimanje sedimentološkog stupa na izdanku. (b) Izrada izbrusaka.

Na temelju sedimentološkog stupa interpretirani su facijesi. Pojam (sedimentacijski) facijes odnosi se na sedimentno tijelo karakterizirano određenom kombinacijom litologije, fizičkih i bioloških struktura, koje se lateralno prostire i razlikuje od sedimentnih tijela (facijesa) iznad i ispod promatranog sedimentnog tijela (Walker i James, 1992). Sedimentološki stupovi dakle predstavljaju vertikalni (vremenski) slijed facijesa. Prostorno

i genetski povezani facijesi svrstani su u facijesne asocijacije koje predstavljaju specifične taložne sustave (okoliše).

U radu je korištena opisna sedimentološka terminologija za klastične naslage koju su uveli Harms et al. (1975, 1982) i Collinson i Thompson (1982). Prilikom opisivanja facijesa koristi se izraz laminacija za planarnu stratifikaciju u sitnozrnastim sedimentima, dok se izraz slojevitost odnosi na stratifikaciju u krupnozrnastim sedimentima (konglomeratima i krupno do vrlo krupnozrnastim pješčenjacima). U radu se koriste i termini kao što su kalkruditi, kalkareniti, kaksiltiti, kalklutiti ili mudstoni, za sedimente koji sadrže pretežno karbonatnu komponentu. Pritom se nije uzimao u obzir kvantitativni odnos karbonatne i siliciklastične komponente. Za karbonatne naslage korištena je Folkova (1962) i Dunhamova (1962) klasifikacija.

5. FACIJESI I FACIJESNE ASOCIJACIJE

Na istraživanom području može se izdvojiti osam facijesnih asocijacija. Prve tri facijesne asocijacije prisutne su u sedimentološkom stupu „STUP MASLENICA 1“, dok ostalih pet facijesnih asocijacija čini „STUP MASLENICA 2“. Facijesna asocijacija F prisutna je u oba stupa.

5.1. Opis i interpretacija facijesne asocijacije A

Facijesnoj asocijaciji A pripadaju vapnenci facijesa A1 i njima započinje slijed naslaga prikazanih sedimentološkim stupom „STUP MASLENICA 1“.

Facijes A1 čine vapnenci koji prema Dunhamovoj klasifikaciji spadaju u vapnence tipa mudstone (Slika 8). Njihova debljina je 2,5 m. Vapnenci su masivni i u vrhu sadrže tragove boksita. Fosili nisu oučeni.

Postanak: Vapnenci su taloženi u plitkomorskim okolišima na prostranoj Jadranskoj karbonatnoj platformi, vjerojatno u razdoblju krede. Tragovi boksita u vrhu vapnenaca ukazuju na emerziju nastalu djelovanjem tektonike (Ivanović et al., 1976).



Slika 8. Vapnenci s tragovima boksita u vrhu (facijes A1).

5.2. Opis i interpretacija facijesne asocijacije B

Facijesna asocijacija B obuhvaća facijes B1.

Facijesu B1 pripadaju jako trošni laminirani siltiti debljine 15 cm (Slika 9). Fosili nisu primijećeni.

Postanak: Postanak ovih siltita ne može se sa sigurnošću utvrditi. Jedna mogućnost je da su mogli biti taloženi kao dubokomorski sedimenti unutar „foredeep“ sinklinale. S obzirom da ne sadrže fosile, druga je mogućnost da su bili taloženi na kopnu.

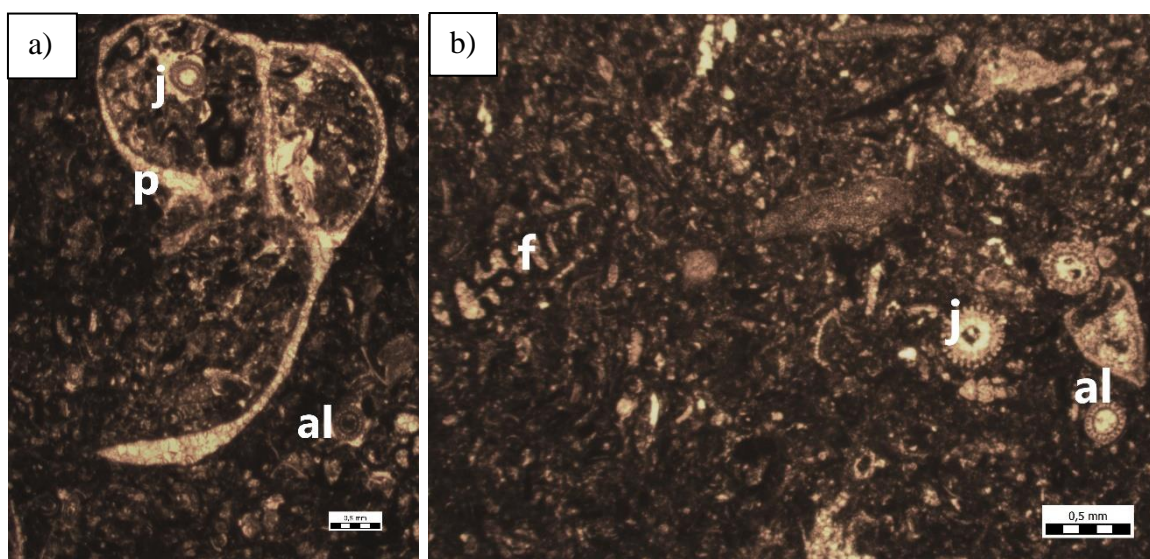


Slika 9. Trošni laminirani siltiti (facijes B1) i laporoviti vapnenci (facijes C1).

5.3. Opis i interpretacija facijesne asocijacije C

Facijesnoj asocijaciji C pripada facijes C1.

Facijes C1 čine laporoviti vapnenci, debljine 30 cm (Slika 10). Vapnenci su uslojeni i sadrže brojne, djelomično rekristalizirane skeletne fragmente različitih morskih organizama poput ježinaca, mahovnjaka, alga, puževa, školjkaša i nešto foraminifera, kao i litoklaste i neodredivo pelagičko trunje. Fragmenti su mjestimično strujno usmjereni. Prema Folkovoj klasifikaciji spadaju u biomikrite, a prema Dunhamovoj u vapnence tipa packstone. Postanak: Ove naslage sadrže mješavinu fragmenata organizama koji su prilagođeni ili na život u plićim ili u dubljim okolišima te takva zajednica ukazuje na vjerojatno pretaloživanje. Do taloženja je vjerojatno došlo u relativno dubljem i/ili otvorenom moru, moguće na padini „foredeep“ sinklinale, pod utjecajem gravitacijskih tokova, na što ukazuje strujna usmjerenost bioklasta.



Slika 10. Mikrofacijesi uzoraka prikupljenih na lokalitetu „MASLENICA 1“. Kratice označavaju skeletne fragmente različitih organizama: puževa (p), foraminifera (f), algi (al) i ježinaca (j). a) Biomikrit/packstone, uzorak U4, s fosilnim ostatkom kućice puža koji je ispunjen fragmentima bodljikaša, algi i drugim neodredivim fragmentima. b) Biomikrit/packstone, uzorak U5, s foraminiferama, algama, fragmentima ježinaca te ostalim neodredivim skeletnim fragmentima.

5.4. Opis i interpretacija facijesne asocijacije D

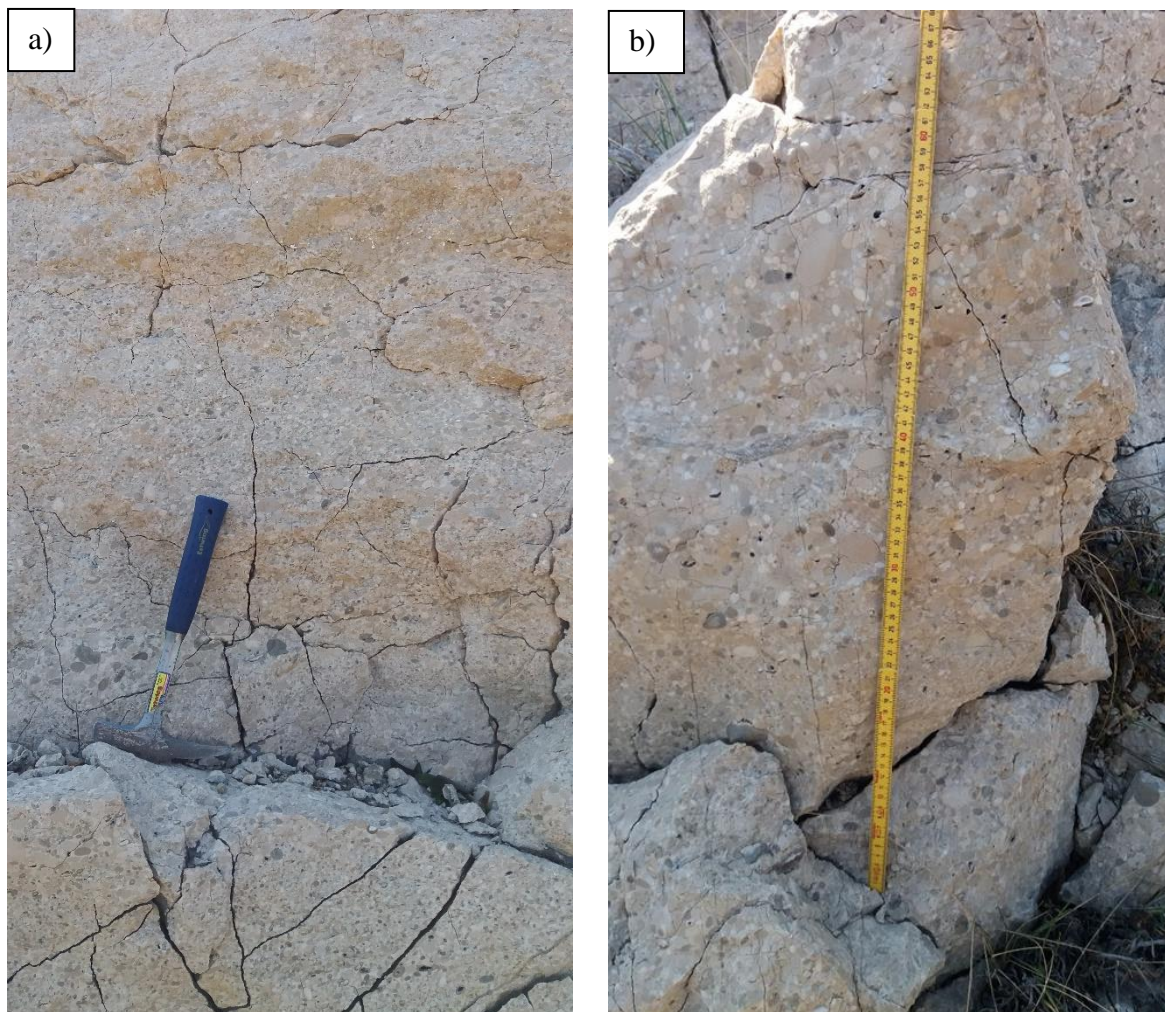
Facijesnu asocijaciju D čine krupnozrnasti kaotični konglomerati koji se javljaju u donjem dijelu stupa „MASLENICA 2“, a čine ju facijesi D1 i D2.

Facijes D1 su masivni, klastopotporni do slabo matriksopotporni, srednje sortirani konglomerati debljine 2 do 10 m sa zaobljenim i subsferičnim valuticama (Slika 11a). Maksimalna veličina valutica je 1 cm, dok je prosječna veličina oko 6 mm. Ti konglomerati su kaotični, ne nazire se ikakva struktura ili graduiranost valutica, a slojevi su uglavnom amalgamirani.

Postanak: Kaotična struktura, masivnost i malen udio matriksa upućuju na taloženje iz podmorskih nekohezivnih debritnih tokova, primjerice na padini lepeznih delta ili Gilbertovih delta (Nemec i Steel, 1984; Blikra i Nemec, 2000). Visoka zaobljenost i sferičnost valutica može ukazivati na daleki transport, ali i na višestruko pretaloživanje.

Facijes D2 su loše sortirani konglomerati izgrađeni od dobro zaobljenih, subsferičnih valutica u matriksnoj potpori (Slika 11b). Maksimalna veličina valutica je 4 cm, dok je prosječna veličina 8 mm. Matriks čine čestice veličine od vrlo sitnozrnastog pješčenjaka do čestica veličine gline. Ovi konglomerati čine pakete debljine 10 do 250 cm, nemaju prepoznatljivih tekstura, kaotični su i ne nazire se ikakva graduiranost.

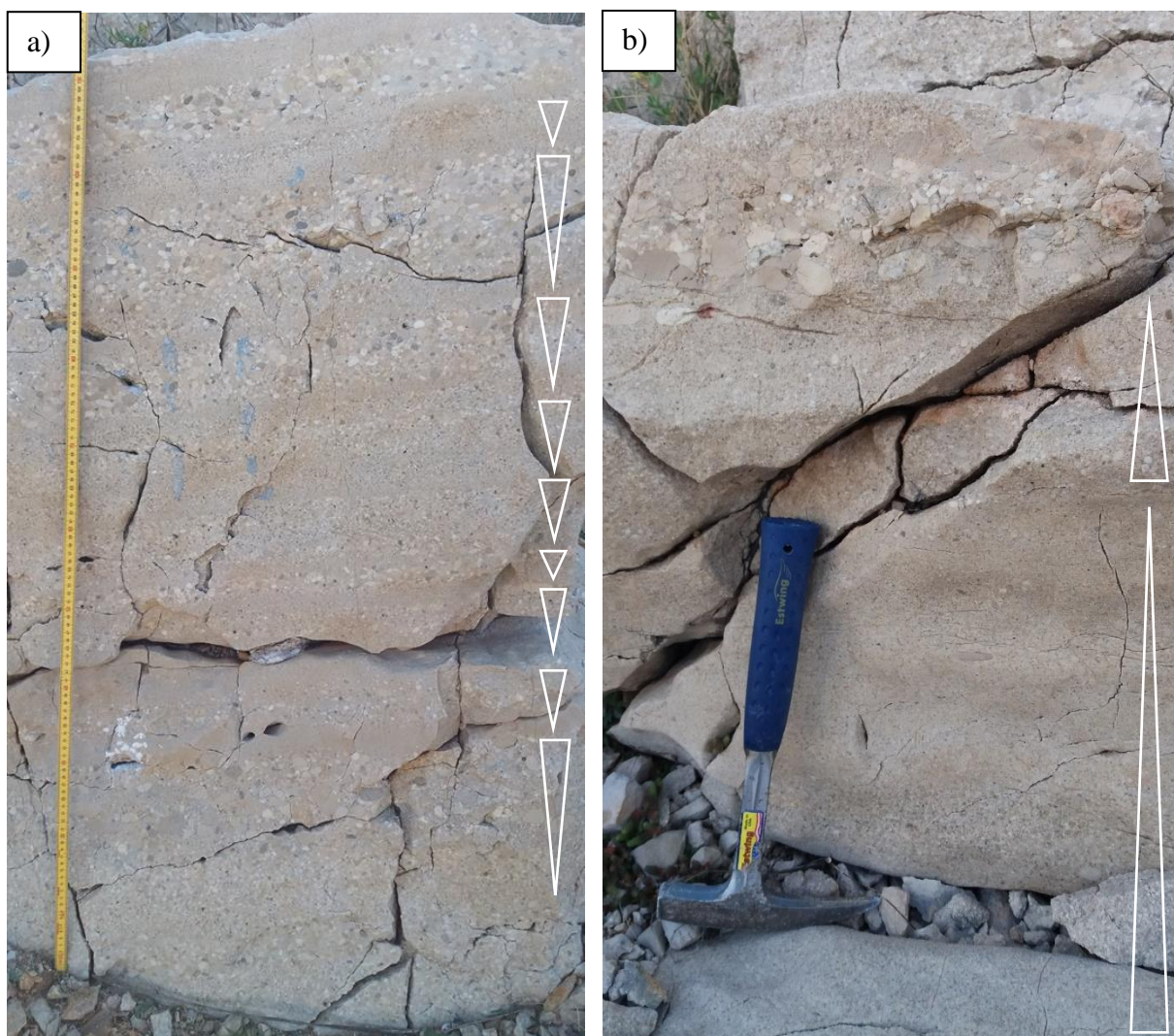
Postanak: Sedimentološka obilježja ovih konglomerata ukazuju na taloženje iz podmorskih kohezivnih debritnih tokova, gdje su sitnije čestice zaslužne za koheziju, odnosno potporu krupnijim valuticama (Hampton, 1975). Budući da je maksimalna veličina valutica veća u odnosu na valutice u facijesu D1, može se reći da su kohezivni debritni tokovi imali veću kompetenciju od nekohezivnih tokova. Takvi debritni tokovi su se također mogli taložiti na padini lepezne delte ili delte Gilbertovog tipa.



Slika 11. Facijesna asocijacija D. (a) Klastspotporni, srednje sortirani konglomerati (Facijes D1). (b) Matrikspotporni, loše sortirani konglomerati (Facijes D2).

5.5. Opis i interpretacija facijesne asocijacije E

Facijesnu asocijaciju E čine izmjene dobro sortiranih konglomerata sa zrnima veličine granula do sitnih valutica (facijes E1) i sitnozrnastih – vrlo krupozrnastih kalkarenita (facijes E2) koji normalno (Slika 12b) i inverzno graduiraju (Slika 12a), positnjavaju, odnosno pokrupnjavaju naviše. Struktura konglomerata je klastpotporna, matriksa gotovo da i nema, a valutice su dobro zaobljene, nisko sferične do sferične i polegle u nekim slojevima. Maksimalna veličina valutica je 6 cm, dok je prosječna veličina oko 6 mm. Slojevi su planarno paralelno stratificirani, imaju ravne slojne plohe i čine pakete debljine 10 do 35 cm. Postanak: Nastali su taloženjem iz struja nastalih zapljuskivanjem valova („swash currents“) i povratnih („backswash“) struja u obalnoj zoni („foreshore“) (Bluck, 1999). Rad valova je dobro sortirao sediment, pri čemu su u konglomeratima zaostale valutice sličnih dimenzija, dok je sitniji materijal odnesen i istaložen dublje. Izmjene sitnozrnatih konglomerata i kalkarenita mogu ukazivati na sezonalnost ili morfodinamske promjene duž obale, pri čemu bi kalkareniti mogli biti istaloženi za vrijeme mirnijih uvjeta (npr. ljeti), dok konglomerati mogu predstavljati periode jačih valova (npr. zimi).



Slika 12. Facijesna asocijacija E. (a) Izmjene dobro sortiranih konglomerata sa zrnima veličine granula do valutica i sitnozrnatih – vrlo krupnozrnatih kalkarenita koji inverzno gradiraju. (b) Izmjene dobro sortiranih konglomerata sa zrnima veličine granula do valutica i sitnozrnatih – vrlo krupnozrnatih kalkarenita koji normalno gradiraju.

5.6. Opis i interpretacija facijesne asocijacije F

Facijesnu asocijaciju F čine krupnozrnasti do vrlo krupnozrnasti kalkareniti i konglomerati koji su izdvojeni kao facijesi F1, F2 i F3.

Facijes F1 karakteriziraju krupnozrnasti kalkareniti s izoliranim i isprekidanim „trakama“ valutica (Slika 13). Slojevi su debljine 35 – 65 cm, a trake valutica su debljine 10-15 cm. Maksimalna veličina valutica je 5 cm, dok su u prosjeku valutice veličine 1 cm. Valutice imaju zrnску potporu, zaobljene su, subsferične i polegle te ukazuju na imbrikaciju prema jugu i jugoistoku.

Postanak: Kalkareniti sa subsferičnim valuticama su taloženi u zoni obalnog lica („shoreface“) tijekom relativno jakih valova s velikom orbitalnom brzinom. „Trake“ valutica

se mogu pripisati jakim olujnim strujama koje su prouzrokovale ekspanziju tzv. „outer-frame“ zone (Bluck, 1999, 2010).

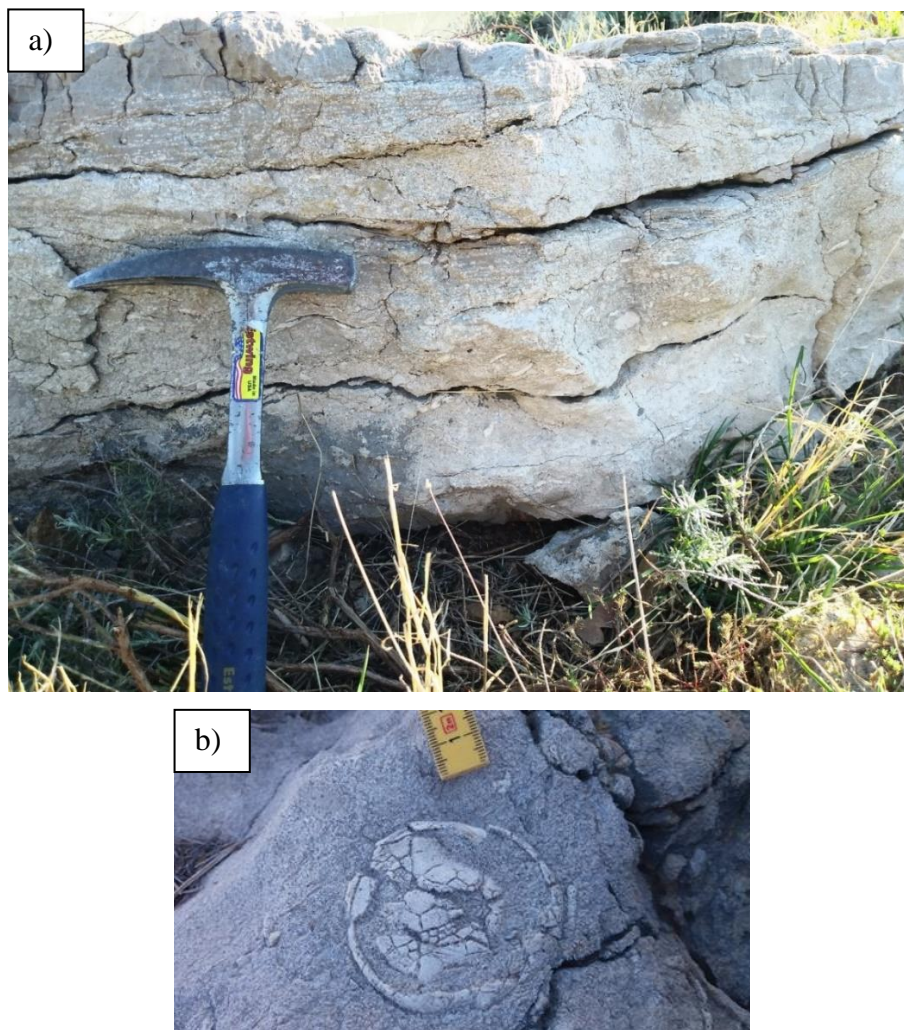


Slika 13. Facijesna asocijacija F. Krupnozrnasti do vrlo krupnozrnasti kalkareniti s izoliranim „trakama“ valutica (facijes F1).

Facijes F2 čine normalno građirani slojevi krupnozrnastih kalkarenita debljine 10-20 cm (Slika 14a). Donje slojne plohe takvih slojeva često su nepravilne, erozivne. Slojevi su u dnu nešto krupnozrnatiji i bez izraženih tekstura izuzev raspršenih ljušturica organizama, dok su u vrhu sitnozrnatiji i pokazuju planarno paralelnu laminaciju. Lamine mjestimično sadrže raspršene sitne valutice i ostatke organizama. Vertikalni razmak između lamina je nekoliko milimetara. Gornje slojne plohe takvih slojeva mjestimično su valovite, najčešće blago asimetrično. Slojevi sadrže fragmente raznovrsne fosilne zajednice koja uključuje foraminifere (najčešće miliolide), koralje, ljuštore ježinaca (Slika 14b) i bodlje ježinaca te poglele ljuštore školjkaša.

Postanak: Sedimenti ovog facijesa predstavljaju tempestite taložene u dubljem dijelu obalnog lica, iz strujno-oscilacijskih tokova generiranih povremenim olujnim valovima.

Nepravilne donje slojne plohe takvih tempestita ukazuju na erozijsku moć olujnih valova i struja. Planarno paralelna stratifikacija nastaje uslijed velikih oscilacijskih kretanja koja prelaze u normalne oscilacije s pojavom kombiniranih riplova, što predstavlja stišavanje oluje (Walker i James, 1992). Fragmenti ljuštura vjerojatno su doneseni iz plićih obalnih zona za vrijeme oluja, na što ukazuje i njihov nepravilan raspored unutar sedimenta.



Slika 14. Facijesna asocijacija F. (a) Normalno graduirani slojevi krupnozrnastih kalkarenita koji u vrhu pokazuju planarno paralelnu stratifikaciju i raspršene fragmente ljušturica organizama (facijes F2). (b) Ljuštura ježinca.

Facijes F3 čine 20 do 30 cm debeli slojevi izgrađeni od matrikspotpornih loše sortiranih konglomerata i fragmenata fosila (Slika 15). Zrna su veličine granula do sitnih valutica, zaobljena su i subsferična. Najkrupnije valutice se nalaze u bazi sloja i postepeno positnjavaju naviše. Valutice su mjestimično polegle, odnosno strujno su orijentirane, kao i prisutni fragmenti ljušturica. Matriks je sitnozrnasti kalkarenit. Baza slojeva je izrazito erozivna, dok je gornja slojna ploha valovita.

Postanak: Erozivna donja slojna ploha, normalna graduiranost i mjestimično strujno usmjerene valutice ukazuju na taloženje iz turbulentnih tokova, primjerice turbiditnih struja visoke gustoće koje su mogle biti inicirane seizmičkom aktivnošću (Walker i James, 1992). Postojanje fragmenata krhkih ljušturica u takvom sedimentu može ukazivati na kratkotrajan transport.



Slika 15. Facijesna asocijacija F. Matrikspotporni, loše sortirani konglomerat s fragmentima fosila i valovitim slojnim ploham (facijes F3).

5.7. Opis i interpretacija facijesne asocijacije G

Facijesna asocijacija G obuhvaća facijes G1.

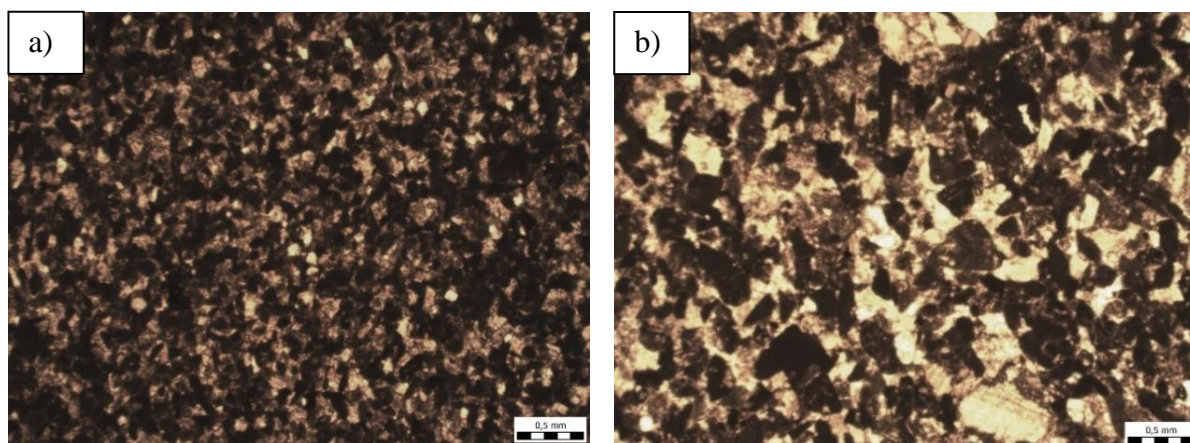
Facijes G1 čine laminirani kalklutiti (mudstoni) debljine 20 – 60 cm. Većina slojeva sadrži ravne lamine s valuticama po laminama i tanke (2 – 4 mm) proslojke normalno graduiranog kalsiltita i vrlo sitnog kalkarenita s blago erozijskim bazama (Slika 16, Slika 17).

Postanak: Slojevi kalklutita su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom „mirnih“ uvjeta. Rijetki „upadi“ silta i vrlo sitnozrnastog pijeska mogu se pripisati turbiditnim tokovima koji su nastali za vrijeme slabijih sezonskih oluja, dok su „upadi“

valutica nastali tijekom jačih sezonskih oluja (Walker i James, 1992). Time bi facijes G1 mogao pripadati prijelaznoj zoni („offshore – transition zone“).



Slika 16. Facijesna asocijacija G. Laminirani kalklutit (mudstone) s valuticama po laminama i tankim proslojcima normalno graduiranog kalksilita i vrlo sitnog pješčenjaka (facijes G1).



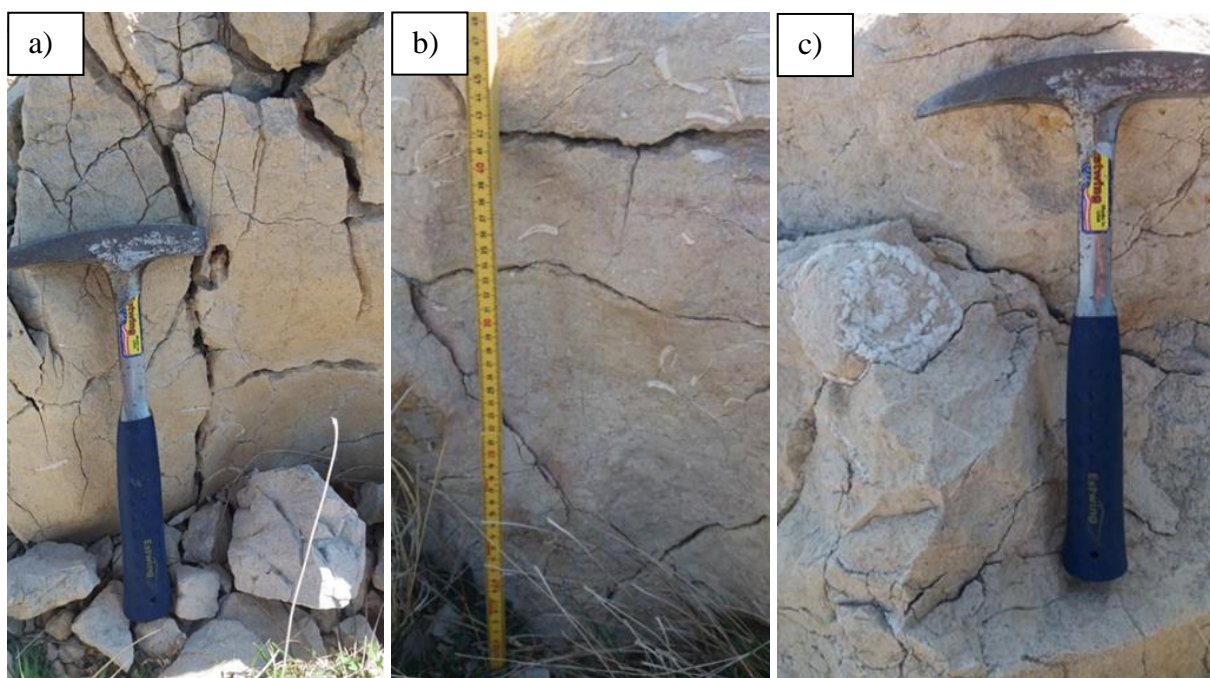
Slika 17. (a) Mudstone, uzorak M8, građen većinom od peleta. (b) Mudstone, uzorak M9, sa slabo zaobljenim i nesortiranim litoklastima.

5.8. Opis i interpretacija facijesne asocijacije H

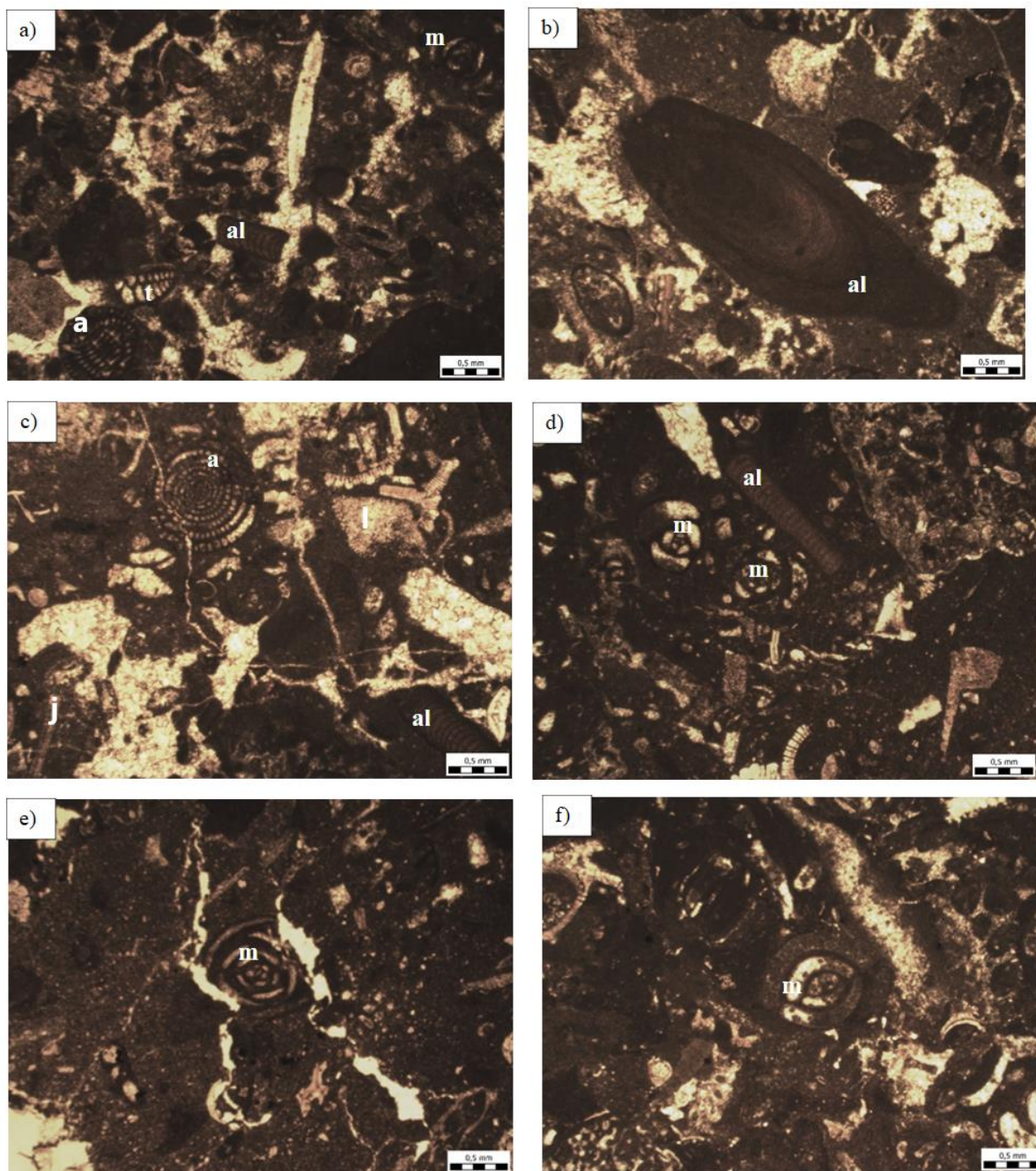
Facijesnoj asocijaciji H pripadaju vapnenci facijesa H1.

Facijes H1 čine vapnenci koji prema Folkovoj klasifikaciji spadaju u biomikrite, a prema Dunhamovoj u vapnence tipa packstone (Slika 18a). Sastoje se od brojnih krhotina ljuštura školjakaša (Slika 18b), bodljikaša (Slika 18c), crvenih algi, cijelih ili djelomično razlomljenih koralja, foraminifera kao što su miliolide, alveoline i tekstularije (Slika 19). Bioklasti su razlomljeni, neorijentirani ili orijentirani paralelno slojnim ploham, slabo zaobljeni i nesortirani. Uz mikrit se mjestimično kao vezivo pojavljuje i mikrosparit.

Postanak: Packstoni predstavljaju vapnence mikro-karbonatne platforme nastale u uvjetima kada je relativno dizanje razine mora bilo u ravnoteži s produkcijom „karbonatne tvornice“ (Ćosović et al., 2018). Alge ukazuju na taloženje u fotičkoj zoni, a razlomljenost ljuštura na uzburkani okoliš i pretaloživanje.



Slika 18. Facijesna asocijacija H. (a) Masivi vapnenac tipa packstone s brojnim ostatcima organizama i poleglim ljušturama. (b) Vapnenac tipa packstone s razbacanim ljušturama i brojnim ostatcima organizama. (c) Masivni vapnenac tipa packstone s razbacanim ljušturama i ježincem.

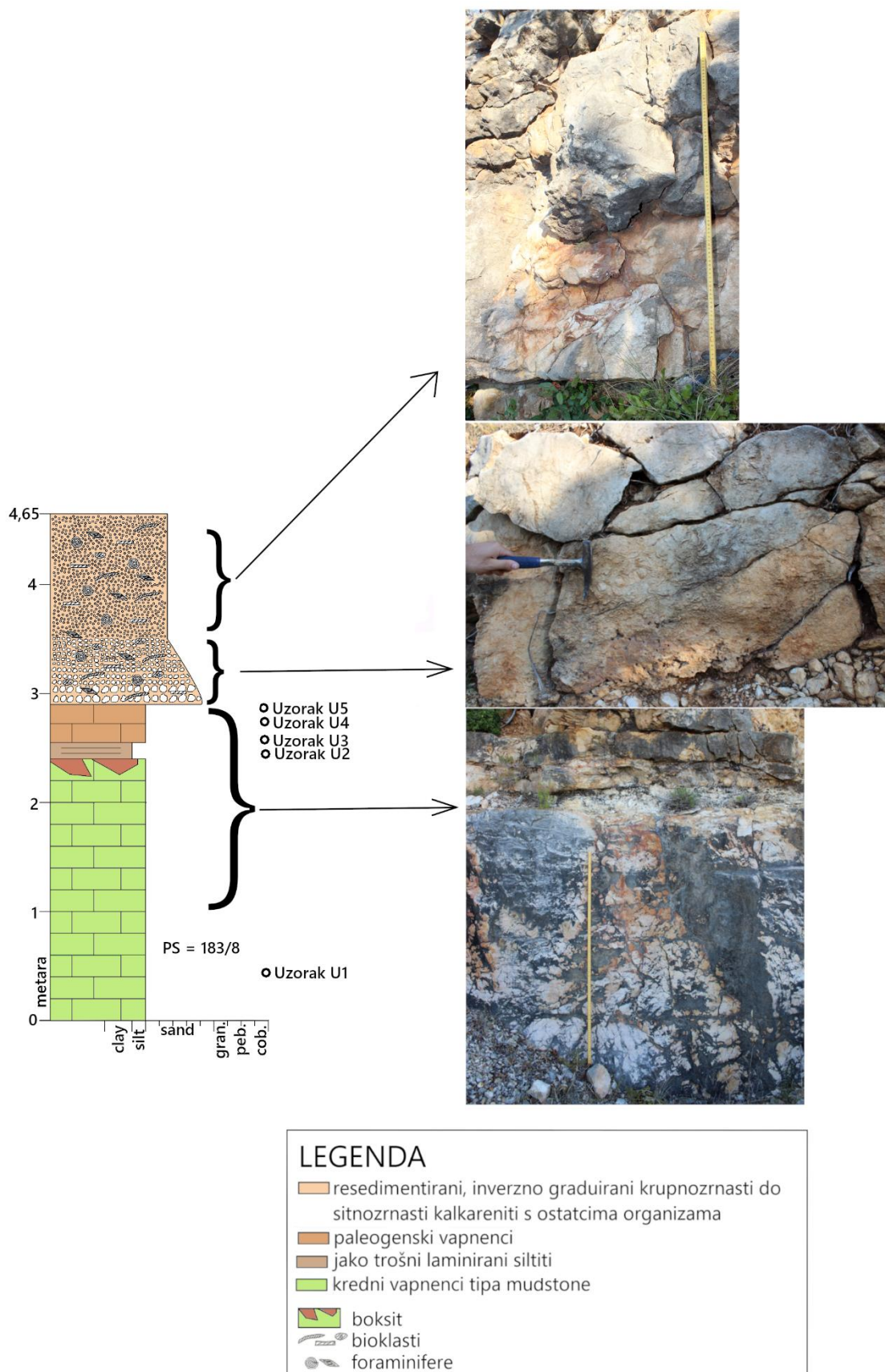


Slika 19. Mikrofacijesi uzoraka prikupljenih na lokalitetu MASLENICA 2. Kratice označavaju skeletne fragmente različitih organizama: foraminifera (miliolida (m), alveolina (a), tekstularija (t)), algi (al), ježinaca (j); i litoklaste (l). a) Biomikrit/packstone, uzorak M3, s miliolidama, tekstularijama, alveolinama, algama i neodredivim skeletnim fragmentima. Mjestimično se javlja sparitni cement. b) Biomikrit/packstone, uzorak M3, s algama i neodredivim skeletnim fragmentima. U manjoj mjeri prisutan je sparitni cement. c) Biomikrit/packstone, uzorak M4, s alveolinama, algama, fragmentima ježinaca, litoklastima i drugim neodredivim skeletnim fragmentima. Prisutan je sparitni cement. d) Biomikrit/packstone, uzorak M4, s miliolidama, algama i neodredivim skeletnim fragmentima. e) Biomikrit/wackestone, uzorak M7, s izrazito oštećenim miliolidama i neodredivim detritusom. f) Biomikrit/packstone, uzorak M7, s miliolidama i neodredivim skeletnim fragmentima.

6. INTERPRETACIJA TALOŽNOG PROSTORA

Slijed naslaga taloženih na istraživanom području prikazan je sedimentološkim stupovima „STUP MASLENICA 1“ i „STUP MASLENICA 2“. Naslagama je određivana relativna geološka starost na temelju superpozicije slojeva. Interpretacija facijesa i taložnih okoliša započinje naslagama prikazanim sedimentološkim stupom „STUP MASLENICA 1“ jer se prema položaju i nagibu slojeva prisutnih u stupu može zaključiti da se radi o naslagama taloženim u podini naslaga koje obuhvaća „STUP MASLENICA 2“.

„STUP MASLENICA 1“ obuhvaća četiri različita facijesa koji čine monofacijsne asocijacije (Slika 20). Najdonji facijes je vapnenac tipa mudstone s tragovima boksita u vrhu. Vjerojatno je gornjokredne starosti i taložen u plitkomorskim okolišima na prostranoj Jadranskoj karbonatnoj platformi (Ivanović et al., 1976; Vlahović et al., 2005). Tragovi boksita u vrhu vapnenaca ukazuju na izdizanje karbonatne platforme uslijed spajanja Adrija mikroploče i Euroazijske ploče krajem krede, čime je došlo do trošenja i erozije vapnenaca i boksitizacije u okršnim depresijama (Vlahović et al., 2005). Sljedeći facijes jako trošnih laminiranih siltita je teško odrediv. Mogao bi označavati fazu formiranja asimetrične „foredeep“ sinklinale, ali i predstavljati kopnenu sedimentaciju na izdignutoj karbonatnoj platformi. Zatim slijedi facijes vapnenaca s brojnim skeletnim fragmentima koji ukazuju na pretaloživanje u relativno dubokom i strmom morskom bazenu. Na njih naliježu krupnozrnasti do sitnozrnasti kalkareniti koji u dnu pokazuju normalnu graduiranost, sadrže brojne razlomljene ostatke organizama (ljuštare školjkaša, ježinaca, foraminifere) i ukazuju na relativno plići i uzburkaniji morski okoliš u usporedbi s prethodnim vapnenačkim facijesom. Ti resedimentirani kalkareniti predstavljaju Prominske naslage. Vršni dio izdanka sadrži konglomerate, ali zbog nemogućnosti pristupa, njihove teksturne i strukturne karakteristike nisu mogle biti opisane niti interpretirane. Slijed naslaga prikazan stupom može se jasnije vidjeti na samom izdanku koji je prikazan na Slici 21. Slijed tih naslaga ukazuje na izrazite promjene u taložnim okolišima koje su obilježile prijelaz iz krede u paleogen.



Slika 20. Sedimentološki stup „STUP MASLENICA 1“ s legendom i fotografijama facijesa snimljenim na istraživanom području te s naznačenim položajem sloja i mjestom uzorkovanja.

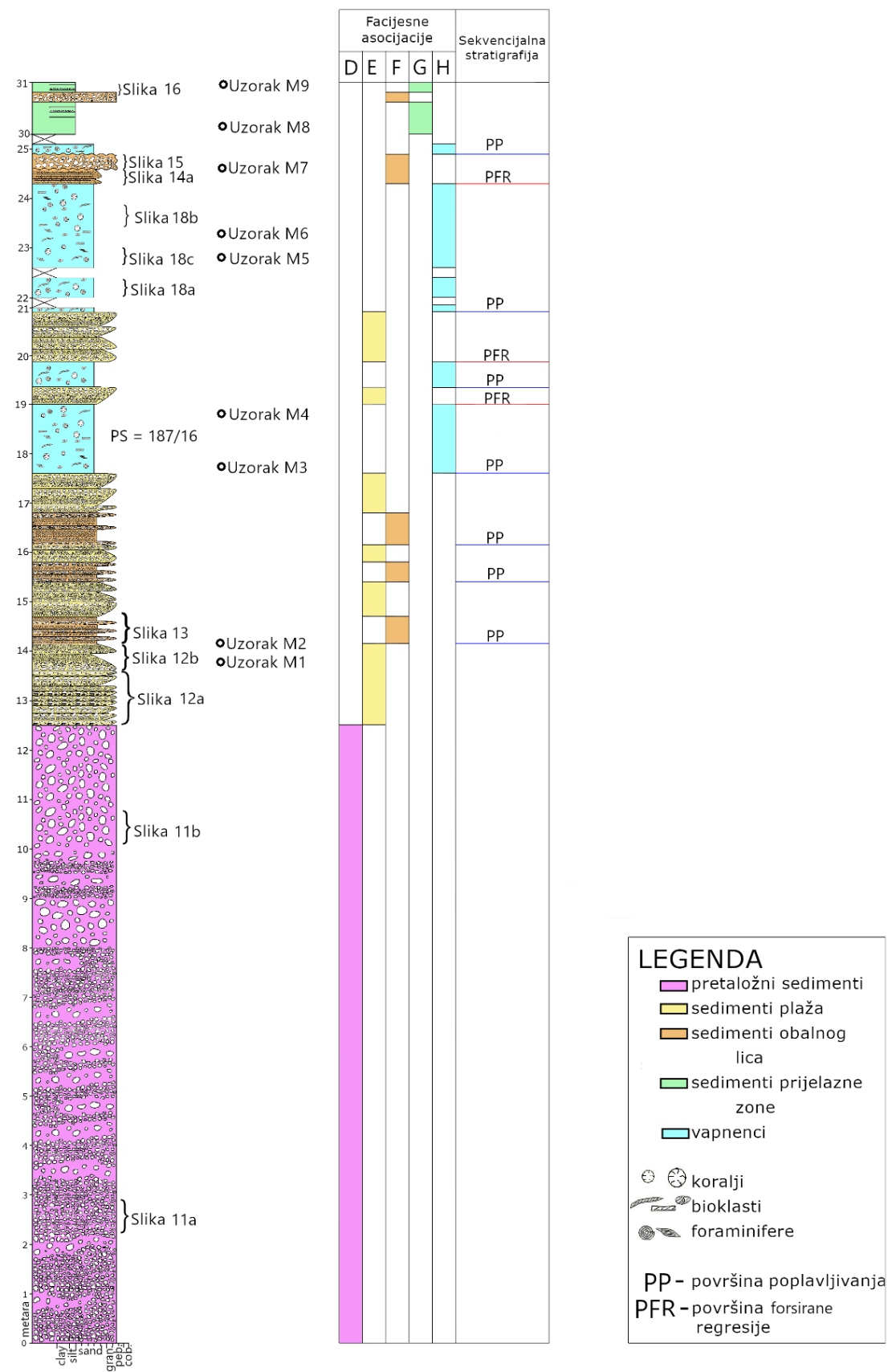


Slika 21. Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga od vapnenaca, silita, laporovitih vapnenaca i kalkarenita (boje pojedinih facijesa su identične kao u sedimentološkom stupu „STUP MASLENICA 1“).

Naslage zabilježene u sedimentološkim stupovima „STUP MASLENICA 1“ i „STUP MASLENICA 2“ ne nadovezuju se izravno jedne na druge. S obzirom na položaj slojeva i udaljenost između izdanaka, može se zaključiti da su naslage u „STUPU MASLENICA 1“ starije od naslaga u „STUPU MASLENICA 2“. Procijenjeno je da između ta dva stupa nedostaje otprilike 200 – 250 metara naslaga.

Glavna tema ovog diplomskog rada su Prominske naslage prisutne u „STUPU MASLENICA 2“, prikazanom na Slici 22. Slijed naslaga započinje debelim slojevima kaotičnih, loše sortiranih klastopotpornih i matrikspotpornih konglomerata istaloženih iz kohezivnih i nekohezivnih debritnih tokova. Ishodišni materijal tih slojeva najvjerojatnije potječe s izdižućeg Dinarskog orogena, a visoka zaobljenost i sferičnost valutica ukazuje na daleki transport ili na višestruko pretaloživanje. Zbog blizine izdižućeg orogena moguće je da je materijal isprva istaložen u vidu aluvijalnih lepeza iznad mora. Takve aluvijalne lepeze vjerojatno su napredovale (progradirale) do mora gdje se materijal počeo taložiti u vidu i lepeznih delta ili Gilbertovih delta u moru (Babić i Zupanič, 1988, 2007). Takve delte se uglavnom talože u dubokim i strmim bazenima i njihove padine odlikuje taloženje iz gravitacijskih tokova. Progradacijom takvih lepeznih delti postepeno se formirala šljunčana obala koja je bila pod utjecajem valova. Tako su se počeli taložiti sedimenti plaža, koje čine

dobro sortirani konglomerati i kalkareniti koji normalno i inverzno graduiraju, positnjavaju, odnosno pokrupnjavaju naviše. Rad valova je dobro sortirao sediment, pri čemu su u konglomeratima zaostale valutice sličnih dimenzija, dok je sitniji materijal odnesen i istaložen dublje. Izmjene sitnozrnatih konglomerata i kalkarenita mogu ukazivati na sezonalnost ili morfodinamske promjene duž obale, pri čemu su kalkareniti mogli biti istaloženi za vrijeme mirnijih uvjeta (npr. ljeti), dok bi konglomerati mogli predstavljati periode jačih valova (npr. zimi). Prvih 14 metara „STUPA MASLENICA 2“ prikazuje slijed oplicavanja, dok nije došlo do relativnog porasta morske razine, tj. poplavlivanja prilikom čega su na sedimente plaža taloženi sedimenti obalog lica, koje čine kalkareniti sa subsferičnim valuticama taloženi tijekom relativno jakih valova s velikom orbitalnom brzinom. Takvo poplavlivanje, tj. produbljivanje relativno malih razmjera dogodilo se u tri navrata (Slika 22). Nova, izrazitija epizoda poplavlivanja i produbljivanja taložnog prostora može se primijetiti na otprilike 17,5 m u „STUPU MASLENICA 2“ (Slika 22), gdje se ovoga puta na sedimente plaža talože vapnenci tipa packstone, koji sadrže brojne krhotine ljuštura školjaka, bodljikaša, crvenih algi, cijelih ili djelomično razlomljenih koralja i foraminifere kao što su miliolide, alveoline i tekstularije. Packstoni predstavljaju vapnence mikro-karbonatne platforme nastale u uvjetima kada je relativno dizanje razine mora bilo u ravnoteži s produkcijom „karbonatne tvornice“ (Ćosović et al., 2018). Fragmentirani ostatci organizama ukazuju na njihovo pretaloživanje i transport. Taloženje vapnenaca je prekinuto u tri navrata forsiranom regresijom prilikom čega se u dva slučaja talože sedimenti plaža, a nakon treće nešto duže serije vapnenaca dolazi do taloženja sedimenata obalnog lica, odnosno slojeva tempestita i turbidita. Zatim ponovno dolazi do poplavlivanja i uspostavljanja uvjeta povoljnih za taloženje vapnenaca. Na njih se talože sedimenti prijelazne („offshore-transition“) zone, izgrađeni od slojeva kalklutita koji su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom „mirnih“ uvjeta. Prilikom seizmičke aktivnosti došlo je do formiranja turbiditnih struja visoke gustoće nastalih u zoni obalnog lica i taloženja matrikspotpornih loše sortiranih konglomerata i fragmenata fosila. Turbiditne struje ukazuju na česte i jake potrese čija su žarišta vjerojatno bila na izdižućem Dinarskom orogenu. Nakon tog kratkog upada turbiditnih struja opet se nastavlja taloženje kalklutita prijelazne zone, čime i završava slijed naslaga prikazanih sedimentološkim stupom „STUP MASLENICA 2“. Slijed naslaga na izdanku prikazuje Slika 23.



Slika 22. Prikaz detaljnog sedimentološkog stupa „STUP MASLENICA 2“ s izdvojenim facijesnim asocijacijama, površinama poplavlivanja i forsirane regresije, legendom te s naznačenim položajem sloja, mjestom uzorkovanja i snimanja fotografija.



Slika 23. Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga od klastičnih naslaga debritnih tokova lepeznih delti, sedimenata plaža, obalnog lica, prijelazne zone, do vapnenaca karbonatnih rampi te površine poplavljanja i forsirane regresije (boje pojedinih facijesnih asocijacija i ključnih površina su identične kao u sedimentološkom stupu „STUP MASLENICA 2“).

7. RASPRAVA

Novigradski sub-bazen predstavlja jedno od sinklinalnih korita nastalih djelovanjem tektonike i „slijepih“ reversnih rasjeda unutar Prominskog „piggyback“ bazena (Mrinjek et al., 2011). Procjenjuje se da je dug najmanje 40 km i da trenutno ne prelazi širinu od 4–5 km (Ćosović et al., 2018). Taj taložni prostor ograničava Novigradska antiklinala na jugozapadu te antiklinala i Dinarski orogen na sjeveroistoku. Njegov položaj može se vidjeti na Slici 5 na geološkom profilu AB.

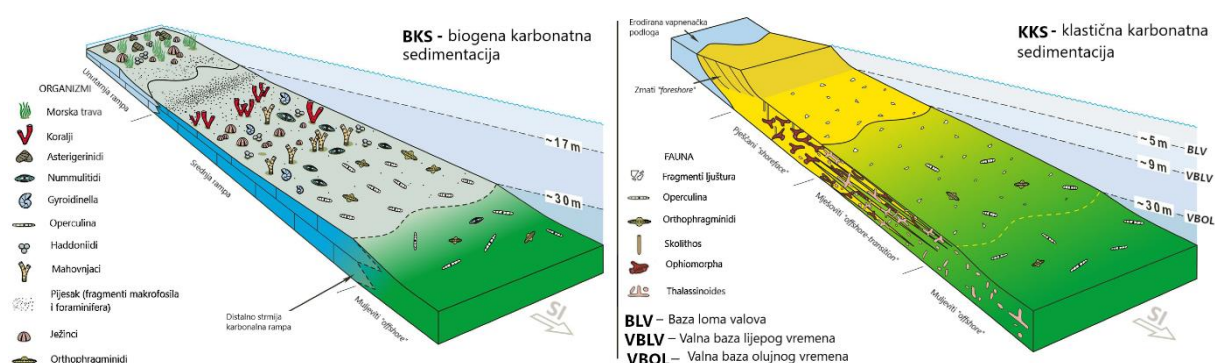
Najnovije istraživanje naslaga na području Novigradskog sub-bazena od autora Ćosović et al. (2018) obuhvaća jugozapadni dio sub-bazena. Rad se fokusira na razvoj srednjeeocenskih i gornjoeocenskih naslaga u Dinarskom predgorskom bazenu sjeverne Dalmacije i obuhvaća paleontološke i sedimentološke podatke koji određuju doseg karbonatnih rampi formiranih povremeno tijekom tektonskog razvoja bazena. Slijed novigradskih naslaga prikazan je na Slici 24 i započinje gornjokrednim vapnencima na kojima slijede foraminiferski vapnenci donjeg eocena. Donjoeocenske naslage foraminiferskih vapnenaca tvore monotoni slijed koji ukazuje na oplicavanje prije erozijskog nekonformiteta u ipresu. Razdoblje srednjeg eocena obilježavaju mlađe karbonatne rampe koje su nastajale epizodno na „rastućim“ antiklinalama koje su podijelile „wedge-top“ bazen na sub-bazene. Predgorski bazen počinje ispunjavati i pokrivati klastični kopneni materijal Prominskih naslaga. Njih čine paketi kalciklastičnih naslaga koji odvajaju jedinice biogenih skeletnih vapnenaca i sastoje se od četiri facijesne asocijacije u rasponu od kalklutita i kalkarenita do kalkrudita. Prva facijesna asocijacija predstavljena je kalklutitima taloženim u zoni odobalja („offshore“). Zatim slijede slojevi sitnozrnastih kalkarenita i kalklutiti taloženi u prijelaznoj („offshore-transition“) zoni. Treću facijesnu asocijaciju čine sitno-krupnozrnasti kalkareniti obalne („shoreface“) zone s ostacima organizama. Posljedna facijesna asocijacija su konglomerati i kalkareniti „foreshore“ zone. Facijesne asocijacije čine slijedove oplicavanja dok ne nastupi transgresija pri čemu dolazi do taloženja vapnenaca. Svaki takav paket naslaga s trendom oplicavanja, ograničen marinskim površinama poplavlivanja, čini jednu parasekvenciju. Setovi parasekvencija čine sistemske traktove te se u slučaju novigradskih naslaga mogu izdvojiti tri sistemska trakta: visokostojeći, transgresivni i forsirano-regresivni.

Sjeveroistočni dio Novigradskog sub-bazena predstavljaju naslage istaložene na području Maslenice i opisane u ovom diplomskom radu te one pokazuju sličan slijed facijesnih asocijacija kao i novigradske naslage. Međutim, postoji i nekoliko razlika između ta dva taložna

slijeda. Kao prvo, položaj slojeva u ta dva slijeda se značajno razlikuje. Dok su naslage kod Maslenice nagnute prema jugu – jugozapadu (položaj sloja 187/16 na Slici 22), naslage kod Novigrada nagnute su u suprotnom smjeru, prema sjeveru – sjeveroistoku. Ta činjenica ukazuje da su novigradski i maslenički slijed taloženi na suprotnim stranama Novigradskog sub-bazena. Drugo, na području Maslenice nisu primijećeni foraminiferski vapnenci, za razliku od novigradskog slijeda. Treće, kalklutiti taloženi u zoni odobalja te izraženije taloženje vapnenaca prisutno je na području Novigrada, što je razumljivo jer su taložni okoliši udaljeniji od izdižućeg orogena. Umjesto njih, u slijedu naslaga na području Maslenice prevladavaju klastična sedimentacija i proksimalniji taložni okoliši, a facijesi odobalja u potpunosti izostaju.

Unatoč navedenim razlikama, novigradski i maslenički slijed imaju i sličnosti. To se prvenstveno odnosi na izmjenu klastične i karbonatne sedimentacije i pojavu površina poplavljivanja i forsirane regresije. Vidljive promjene u transgresivno-regresivnim ciklusima ukazuju na aktivnu tektoniku unutar Novigradskog sub-bazena, koja je utjecala na relativne promjene razine mora.

Na postanak Dinarskog predgorskog bazena i njemu pripadajućih sub-bazena glavnu ulogu imali su tektonski pokreti. Naime, neusklađena aktivnost tektonskih pokreta imala je dvije važne posljedice. Prvo, formiranje karbonatnih rampi na antiklinalnim izdignućima unutar „piggyback“ bazena nije nužno bilo ujednačeno. Na jednom antiklinalnom izdignuću mogla se odvijati biogena karbonatna sedimentacija, a na drugom klastična karbonatna sedimentacija (Slika 2 i Slika 25). Drugo, relativne promjene razine mora na suprotnim stranama sinklinala, odnosno sub-bazena nisu nužno bile slične. Dok je na „rastućoj“ antiklinali dolazilo do forsirane regresije, na suprotnoj antiklinali mogla se odvijati transgresija, stoga je taloženje unutar jednog sub-bazena moglo biti pod utjecajem transgresije na jednoj njegovoj strani i regresije na drugoj (Mrinjek et al., 2012, 2015). Upravo zbog takvih relativnih promjena razine mora izmjenjivale su se biogena i klastična sedimentacija (Slika 25), pri čemu se klastična sedimentacija odvijala tijekom izdizanja antiklinala iznad morske razine i njihove erozije, tj. faza regresije, a biogena dok su antiklinale bile pokrivene morem, odnosno tijekom faza transgresije (Ćosović et al., 2018). Iz tog razloga nije moguće izravno korelirati površine poplavljivanja i forsirane regresije u ova dva slijeda, budući da bi regresija u na području Maslenice mogla biti istovremena s transgresijom na području Novigrada i obrnuto.



Slika 25. Shematski paleoekološki modeli za biogenenu karbonatnu sedimentaciju (BKS) i klastičnu karbonatnu sedimentaciju (KKS) na antiklinalnim izdignućima (preuzeto i modificirano prema Ćosović et al., 2018).

Potrebno je spomenuti da je takva razlika u taložnim okolišima unutar istog sub-bazena zabilježena i drugdje na području Dinarskog predgorskog bazena. Naime, sub-bazen Čikole pokazuje sličan raspored taložnih okoliša, s pretežno marinskim obalnim sedimentima duž njegovog blago nagnutog jugozapadnog ruba, dok njegov strmiji sjeveroistočni rub karakteriziraju sedimenti taloženi iz gravitacijskih tokova (Mrinjek et al., 2012). To ukazuje da su se pojedini sub-bazeni unutar „piggyback“ bazena vjerojatno zapunjavali s dviju strana.

8. ZAKLJUČAK

Na području Maslenice postoji slijed naslaga taložen od razdoblja krede pa sve do Prominskih gornjopaleogenskih naslaga. Njihova interpretacija poslužila je za bolje poznavanje razvoja bazena, taložnih procesa i taložnih okoliša te relativnih promjena razine mora u sjeveroistočnom dijelu Novigradskog sub-bazena.

Problematika ovog rada odnosila se na naslage zabilježene u sedimentološkom stupu „STUP MASLENICA 2“ koji obuhvaća slijed Prominskih naslaga taloženih u sjeveroistočnom dijelu Novigradskog sub-bazena. Proučavani slijed sadrži naslage taložene u okolišima padine lepeznih delti, šljunčanim plažama, obalnom licu, prijelaznoj zoni i distalnijim okolišima gdje je bila moguća biogena karbonatna sedimentacija. Izmjene tih taložnih okoliša u svega tridesetak metara slijeda, s nekoliko ploha poplavljivanja i ploha forsirane regresije, ukazuju na relativno česte promjene relativne razine mora, koje su najvjerojatnije bile uvjetovane tektonikom uslijed izdizanja Dinarskog orogena i razvoja Dinarskog predgorskog bazena. Proučavani slijed naslaga ima nešto sličnosti s naslagama na području Novigrada, ali se i razlikuje utoliko što sadrži sedimente taložene u proksimalnijim i relativno plićim okolišima. Izravna korelacija s naslagama na suprotnoj strani Novigradskog sub-bazena nije moguća budući da je taloženje vjerojatno bilo praćeno istovremenim transgresijama i regresijama na suprotnim stranama istog bazena.

Na samom kraju diplomskog rada može se zaključiti da je Novigradski sub-bazen bio zapunjavani materijalom s dviju strana: „rastuće“ antiklinale na jugozapadu i izdižućeg orogena na sjeveroistoku. Izražene vertikalne i lateralne promjene facijesa na malim udaljenostima ukazuju da su kompresijsko sažimanje Dinarskog orogena i posljedična aktivnost „rastućih“ antiklinala unutar „piggyback“ bazena značajno utjecali na relativne promjene razine mora i stvorili uvjete za formiranje različitih vrsta taložnih okoliša.

9. POPIS LITERATURE

Babić, L.J. i Zupanić, J. (1998): Nearshore deposits in the Middle Eocene clastic succession in Northern Dalmatia (Dinarides, Croatia). *Geologia Croatica*, 51/12, 175–193.

Babić, Lj. i Zupanić, J. (2007): Major events and stages in the sedimentary evolution of the Paleogene Promina basin (Dinarides, Croatia). *Nat. Croat.*, 16, 215–232.

Blikra, L.H. i Nemec, W. (2000): Postglacial colluvium in western Norway: depositional processes, facies and palaeoclimatic record. Reply to discussion by P. Bertran & V. Jomelli. *Sedimentology*, 47, 1058–1068.

Bluck, B.J. (1999): Clast assembling, bed-forms and structure in gravel beaches. *Trans. Roy. Soc. Edinb. Earth Sci.*, 89, 291–323.

Bluck, B.J. (2010): Structure of gravel beaches and their relationship to tidal range. *Sedimentology*, 58, 994–1006.

Collinson, J. D. i Thompson, D. B. (1982): *Sedimentary Structures*.— Allen and Unwin, London, 207 str.

Ćosović, V., Mrinjek, E., Nemec, W., Španiček, J., i Terzić, K. (2018): Development of the transient carbonate ramps in involving foreland basin. *Basin Research*, 30, 1–20, doi: 10.1111/bre.12274.

De Celles, P. G. i Giles, K. A. (1996): Foreland basin systems, *Basin research*, 8, 105–123.

Dunham, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks. *AAPG Mem*, 1, 108–121.

Folk, R. L. (1962): Classification of carbonate rocks. *AAPG Mem*, 1, 62–84.

Hampton, M.A. (1975): Competence of fine grained debris flows. *Journal of Sedimentary Petrology*, 49, 753–793.

Harms, J. C., Southard, J. B., Spearing, D. R. i Walker, R. G. (1975): Depositional Environments as Interpreted from Primary Sedimentary Structures and Stratification Sequences.—SEPM Short Course, 2, Lecture Notes. Soc. of Econ. Paleont. and Mineral., Dallas, 161 str.

Harms, J.C., Southard, J.B. i Walker, R.G. (1982): Structures and Sequences in Clastic Rocks.—SEPM Short Course, 9, Lecture Notes. Soc. of Econ. Paleont. And Mineral., Calgary, 249 str.

Ivanović, A., Sakač, K., Marković, S., Sokač, B., Šušnjar, M., Nikler, L. i Šušnjara, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Obrovac, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.

Ivanović, A., Sakač, K., Sokač, B., Vrsalović-Carević, I. i Zupanič, J. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Obrovac, str. 1–61, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1967), Savezni geološki zavod, Beograd.

Ivanović, A., Marković, S., Sakač, K. i Sikirica, V. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Drniš, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.

Majcen, Ž., Korolija, B., Sokač, B. i Nikler, L. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Zadar, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963–1969), Savezni geološki zavod, Beograd.

Mrinjek, E., Pencinger, V., Sremac, J. i Lukšić, B. (2005): The Benkovac stone member of the Promina formation: A late eocene succession of storm-dominated shelf deposits, *Geologia Croatica*, 58/2, 163–184.

Mrinjek, E., Pencinger, V., Nemec, W., Vlahović, I. i Matičec, D. (2011): The effects of blind-thrust folding on foreland sedimentation: examples from the Eocene–Oligocene Dinaric foreland basin of Croatia.—Abstracts, 28th IAS Meeting, Zaragoza, Spain, 443.

Mrinjek, E., Nemec, W., Pencinger, V., Mikša, G., Vlahović, I., Čosović, V., Velić, I., Bergant, S. i Matičec, D. (2012) The Eocene–Oligocene Promina Beds of the Dinaric Foreland Basin in northern Dalmatia. *Journal of Alpine Geology*, 54, 409–451.

Mrinjek, E., Nemec, W., Čosović, V., Vlahović, I. i Mikša, G. (2015) Contrasting styles of sedimentation on the opposing limbs of blind-thrust synclinal troughs in an evolving orogenic wedge-top basin (Eocene Dinaric Foreland, Croatia). –Abstract Book of 31st IAS Meeting of Sedimentology, Kraków, Poland, 361.

Nemec, W. i Steel, R.J. (1984): Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. U: *Sedimentology of Gravels and Conglomerates* (ur. E.H. Koster i R.J. Steel), Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., 10, 1–31.

Ori, G.G. i Friend, P.G. (1984): Sedimentary basins, formed and carried piggyback on active thrust sheets. *Geology*, 12, 475–478.

Pencinger, V. (2012): Sedimentološke i stratigrafske značajke Prominskih naslaga sjeverozapadne Dalmacije, Disertacija, RGN fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 204 str.

Tari Kovačić, V. i Mrinjek, E. (1994): The role of Paleogene clastics in the tectonic interpretation of Northern Dalmatia (Croatia). *Geologia Croatica*, 47/1, 127–138.

Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I. i Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Paleogeography, main events and depositional dynamics. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 220, 333–360.

Vlahović, I., Mandić, O., Mrinjek, E., Bergant, S., Čosović, V., de Leeuw, A., Enos, P., Hrvatović, H., Matičec, D., Mikša, G., Nemec, W., Pavelić, D., Pencinger, V., Velić, I. i Vranjković, A. (2012): Marine to continental depositional systems of Outer Dinarides foreland and intra-montane basins (Eocene-Miocene, Croatia and Bosnia and Herzegovina). *Journal of Alpine geology*, 54, 401–466.

Walker, R.G., i James, N.P. (1992): Facies models response to sea level change. Geological Association of Canada, 454 str.

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Građa predgorskog („foreland“) bazena (preuzeto i modificirano prema De Celles i Giles, 1996).	3
Slika 2. Shematski tektonsko-stratigrafski model razvoja predgorskog („foreland“) bazena u sjevernoj Dalmaciji: 1) Rana faza asimetrične „foredeep“ sinklinale; 2) Formiranje „forelanda“ zbog izostatičkog izdizanja nakon loma subducirane ploče i strukturnog zadebljanja donje ploče; 3) Formiranje „wedge-top“ („piggyback“) bazena; 4) Podjela „piggyback“ bazena na sub-bazene odvojene antiklinalnim izdignućima; 5) Disharmonično potiskivanje uzrokuje naizmjenične promjene biogene karbonatne sedimentacije i klastične karbonatne sedimentacije na antiklinalama (preuzeto i modificirano prema Čosović et al., 2018).	4
Slika 3. Položaj Prominskih i flišnih naslaga u predgorskom bazenu Hrvatske (preuzeto i modificirano prema Vlahović et al., 2012).	6
Slika 4. (a) Regionalno prostiranje Dinarskog navlačnog pojasa i izdvojeno šire područje oko samog područja istraživanja. (b) Prostiranje Prominskih i flišnih naslaga na području sjeverne Dalmacije. Crvenim pravokutnikom označeno je istraživano područje. (c) Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga s naznačenom trasom snimanja sedimentološkog stupa „STUP MASLENICA 1“. (d) Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga s naznačenom trasom snimanja sedimentološkog stupa „STUP MASLENICA 2“.	9
Slika 5. Geološka karta dobivena spajanjem OGK SFRJ-list Obrovac (Ivanović et al., 1967) i OGK SFRJ-list Zadar (Majcen et al., 1970). Uz kartu je prikazana legenda taložених naslaga i geološki profil AB s označenim područjem istraživanja.	11
Slika 6. Isječak iz Osnovne geološke karte SFRJ-list Obrovac i označeno područje istraživanja. Uz kartu je prikazan i geološki stup preuzet iz OGK SFRJ-list Obrovac (preuzeto i modificirano prema Ivanović et al., 1967).	13
Slika 7. (a) Snimanje sedimentološkog stupa na izdanku. (b) Izrada izbrusaka.	14
Slika 8. Vapnenci s tragovima boksita u vrhu (facijes A1).	16
Slika 9. Trošni laminirani siltiti (facijes B1).	17
Slika 10. Mikrofacijesi uzoraka prikupljenih na lokalitetu „MASLENICA 1“. Kratice označavaju skeletne fragmente različitih organizama: puževa (p), foraminifera (f), algi (al) i ježinaca (j). a) Biomikrit/packstone, uzorak U4, s fosilnim ostatkom kućice puža i drugim neodredivim skeletnim fragmentima. b) Biomikrit/packstone, uzorak U5, s foraminiferama, algama, fragmentima ježinaca te ostalim neodredivim skeletnim fragmentima.	18
Slika 11. Facijesna asocijacija D. (a) Klastopotporni, srednje sortirani konglomerati (Facijes D1). (b) Matrikspotporni, loše sortirani konglomerati (Facijes D2).	19
Slika 12. Facijesna asocijacija E. (a) Izmjene dobro sortiranih konglomerata sa zrnima veličine granula do valutica i sitnozrnatih- vrlo krupozrnatih kalkarenita koji inverzno gradiraju. (b) Izmjene dobro sortiranih konglomerata sa zrnima veličine granula do valutica i sitnozrnatih- vrlo krupozrnatih kalkarenita koji normalno gradiraju.	21
Slika 13. Facijesna asocijacija F. Krupnozrnasti do vrlo krupnozrnasti kalkareniti s izoliranim „trakama“ valutica (facijes F1).	22
Slika 14. Facijesna asocijacija F. (a) Normalno graduirani slojevi krupnozrnatih kalkarenita koji u vrhu pokazuju planarno paralelnu stratifikaciju i raspršene fragmente ljušturica organizama (facijes F2). (b) Ljuštura ježinca.	23
Slika 15. Facijesna asocijacija F. Matrikspotporni, loše sortirani konglomerat s fragmentima fosila i valovitim slojnim ploham (facijes F3).	24

Slika 16. Facijesna asocijacija G. Laminirani kalklutit (mudstone) s valuticama po laminama i tankim proslojcima normalno građenog kalsilita i vrlo sitnog pješčenjaka (facijes G1)..	25
Slika 17. (a) Mudstone, uzorak M8, građen većinom od peleta. (b) Mudstone, uzorak M9, sa slabo zaobljenim i nesortiranim litoklastima.	25
Slika 18. Facijesna asocijacija H. (a) Masivi vapnenac tipa packstone s brojnim ostatcima organizama i poleglim ljušturama. (b) Vapnenac tipa packstone s razbacanim ljušturama i brojnim ostatcima organizama. (c) Masivni vapnenac tipa packstone s razbacanim ljušturama i ježincem.	26
Slika 19. Mikrofacijesi uzoraka prikupljenih na lokalitetu MASLENICA 2. Kratice označavaju skeletne fragmente različitih organizama: foraminifera (miliolida (m), alveolina (a), tekstularija (t)), algi (al), ježinaca (j); i litoklaste (l). a) Biomikrit/packstone, uzorak M3, s miliolidama, tekstularijama, alveolinama, algama i neodredivim skeletnim fragmentima. Mjestimično se javlja sparitni cement. b) Biomikrit/packstone, uzorak M3, s algama i neodredivim skeletnim fragmentima. U manjoj mjeri prisutan je sparitni cement. c) Biomikrit/packstone, uzorak M4, s alveolinama, algama, fragmentima ježinaca, litoklastima i drugim neodredivim skeletnim fragmentima. Prisutan je sparitni cement. d) Biomikrit/packstone, uzorak M4, s miliolidama, algama i neodredivim skeletnim fragmentima. e) Biomikrit/wackestone, uzorak M7, s izrazito oštećenim miliolidama i neodredivim detritusom. f) Biomikrit/packstone, uzorak M7, s miliolidama i neodredivim skeletnim fragmentima.	27
Slika 20. Sedimentološki stup „STUP MASLENICA 1“ s legendom i fotografijama facijesa snimljenim na istraživanom području te s naznačenim položajem sloja i mjestom uzorkovanja.	29
Slika 21. Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga od vapnenaca, silita, laporovitih vapnenaca i kalkarenita (boje pojedinih facijesa su identične kao u sedimentološkom stupu „STUP MASLENICA 1“).	30
Slika 22. Prikaz detaljnog sedimentološkog stupa „STUP MASLENICA 2“ s izdvojenim facijesnim asocijacijama, površinama poplavlivanja i forsirane regresije, legendom te s naznačenim položajem sloja, mjestom uzorkovanja i snimanja fotografija.	32
Slika 23. Panoramski snimak istraživanog slijeda naslaga od klastičnih naslaga debritnih tokova lepeznih delti, sedimenata plaža, obalnog lica, prijelazne zone, do vapnenaca karbonatnih rampi te površine poplavlivanja i forsirane regresije (boje pojedinih facijesnih asocijacija i ključnih površina su identične kao u sedimentološkom stupu „STUP MASLENICA 2“).	33
Slika 24. Prikaz detaljnog sedimentološkog stupa „Log NOV4“ s izdvojenim facijesnim asocijacijama, legendom te s naznačenim mjestom uzorkovanja (preuzeto i modificirano prema Čosović et al., 2018).	36
Slika 25. Shematski paleoekološki modeli za biogenenu karbonatnu sedimentaciju (BCS) i klastičnu karbonatnu sedimentaciju (CCS) na antiklinalnim izdignućima (preuzeto i modificirano prema Čosović et al., 2018).	37